

O ciclo de Sedimentos e o sistema de abastecimento na Província de Mendoza - Argentina

José Roberto Gonçalves Azevedo⁽¹⁾, Jose Edberto Silva⁽²⁾, Fernanda Paiva⁽²⁾.

RESUMO

A província de Mendoza na Argentina tem seu sistema de abastecimento dependente da neve das montanhas que se formam no período do inverno e derretem no verão, formando o Rio Mendoza e também os aquíferos da região que abastecem a cidade. A água deste rio é utilizada para abastecimento humano, para irrigação de vinhedos e outras vegetações da cidade. O fluxo do rio carrega bastante resíduos, gerados pelo tipo de solo da região e pela influência antrópica, que muitas vezes, lançam seus resíduos sólidos ao longo do rio. Tenta-se neste artigo, analisar a contaminação dos aquíferos, através de ensaios físico-químicos e determinar o funcionamento do ciclo de sedimentos nesta província, através da condutividade elétrica e dos sólidos totais, comparando as análises realizadas, com dados da região Nordeste do Brasil. Várias amostras de água foram retiradas de vários poços da cidade de Mendoza para análises, determinando-se os componentes que existiam no início de sua formação e os que ainda permaneciam após percorrerem um longo caminho até chegar às praças da cidade. Os resultados comparativos apontaram para um pH semelhante e uma condutividade elétrica, assim como os sólidos totais em torno de 1,6 vezes maior na Cidade de Mendoza – Argentina, que na Região Nordeste do Brasil.

ABSTRACT

The province of Mendoza in Argentina has its supply system depends on the snow in the mountains that form in winter and melt in the summer, forming the Rio Mendoza and also the region's aquifers that supply the city. The water of this river is used for human water supply, for irrigation of plantations wines and other vegetation in the city. River flow carries enough waste generated by the region's soil type and human influence, which often throw their waste along the river. Try to this article to analyze the contamination of aquifers through physico-chemical and determine the cycle of sediments in this province, by the electrical conductivity and total solids, comparing the analysis, with data from northeastern Brazil. Several water samples were taken from several wells in the city of Mendoza for analysis, determining the components that existed at the beginning of its formation and those that still remained after running through a long path to reach the city squares. The comparative results pointed to a similar pH and electrical conductivity, and total solids of about 1.6 times higher than in the city of Mendoza in Northeastern Brazil.

(1) Professor da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE: jrga@ufpe.br.

(2) Doutorandos em Engenharia Civil - Recursos Hídricos – UFPE:
josedberto@bol.com.br, fernandamlpaiva@yahoo.com.br.

1. INTRODUÇÃO

Neste artigo faz-se uma investigação sobre o funcionamento do sistema de abastecimento da cidade de Mendoza e como o ciclo de sedimentos influencia a composição da água da região.

1.1. A Província de Mendoza

Mendoza foi fundada em 2 de março de 1561, pelo capitão Pedro del Castillo, que lhe deu o nome de " *Mendoza del Nuevo Valle de La Rioja* ", depois transformada em capital da província, com o nome "García Hurtado de Mendoza", posteriormente "Mendoza".

Está situada na região de Cuyo, limitando-se ao norte com a província de San Juan, ao sul, pela província de La Pampa, Neuquén e com uma pequena parte da província de Rio Negro, a leste, pela província de San Luis e a oeste pelo Chile. Esta última fronteira é limitada pela Cordilheira dos Andes (Figura 01). Possui uma área de 148.827 quilômetros quadrados, sendo a sétima maior província do país, equivalendo a 5,35% da área total.

Tem uma população estimada em torno de 1.729.660 habitantes (ano 2008), tornando-se o quinto Estado mais populoso do País.

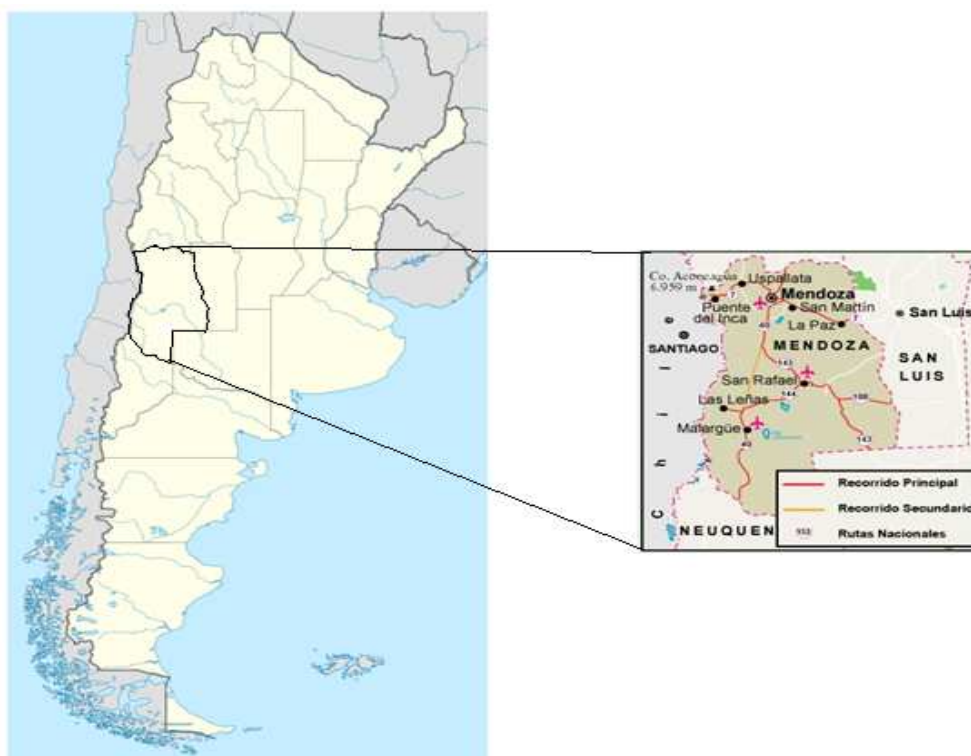


Figura 01 Localização da Cidade de Mendoza – Argentina

1.2 Relevô

O Cerro Aconcáguã é a montanha mais alta da América e está localizado a oeste de Mendoza. O relevô desta região possui características geográficas distintas, tais como: a Cordilheira dos Andes a oeste, as planícies a leste, e os planaltos, montanhas e vulcões ao sul. A Cordilheira condiciona quase toda a geografia de Mendoza, cujo território situa-se quase totalmente acima de 1.000 metros sobre o nível do mar.

A área montanhosa ocupa a metade ocidental da província, em que os Andes atingem a sua fase mais altas. Esta área é dividida em três subunidades, separadas por vales longitudinais e transversais: A Cordilheira Principal, A Cordilheira Frontal e Pré_Cordilheira.

A Cordilheira Principal, que é o divisor de águas, faz fronteira com o Chile. Sua largura diminui gradualmente de norte a sul, com seus picos, desfiladeiros e neves eternas e geleiras glaciares. Aqui está o Aconcáguã, com 6962 m, o pico mais alto da América e do hemisfério sul. Outras colinas em grande escala são: o Juncal, com 6.180 metros, a Pollera, com 6.235 metros e o Tupungato, atingindo 6.800 metros na fronteira internacional com o Chile. As outras subunidades têm uma menor relevância para o sistema de abastecimento.

1.2 Clima

O clima nas partes mais baixas da Região é continental semi-árido, com verões secos e invernos mais úmidos. Na capital, com 750 metros de altitude, a temperatura média em janeiro (verão) é em torno de 24 °C, com 30 °C durante o dia e 18 °C durante a noite, enquanto a temperatura média de julho (inverno) é em torno de 6 °C, com 12 °C durante o dia e 0 °C à noite. A precipitação média anual geralmente é em torno de 250 mm, porém num ano atípico (Quadro 01) teve-se algumas precipitações muito altas, gerando enchentes. A temperatura média anual fica em torno de 16 °C.

Quadro 01 Precipitação em Mendoza

	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	TOT
2008	33.0	33.0	315.0	66.0	0.0	43.2	0.0	195.6	142.2	10.2	434.3	335.3	1607.8
2009	635.0	17.8	449.6	0.0	144.8	0.0	81.3	48.3	299.7	0.0	0.0	325.1	2001.5
2010	0.0	20.3	38.1	0.0	157.5	0.0	5.1	35.6	33.0	---	---	---	289.6
MIN	0.0	17.8	38.1	0.0	0.0	0.0	0.0	35.6	33.0	0.0	0.0	325.1	1607.8
MAX	635.0	33.0	449.6	66.0	157.5	43.2	81.3	195.6	299.7	10.2	434.3	335.3	2001.5
AVG	222.7	23.7	267.5	22.0	100.8	14.4	28.8	93.1	158.3	5.1	217.2	330.2	1804.7

Fonte: UNCUYO (2010)

Nas montanhas e colinas ocorre a cada inverno nos períodos próximos as chuvas normais, a precipitação em forma de granizo. Um estudo realizado em 1995 por especialistas de Israel, EUA e Bulgária, determinou Mendoza é uma das regiões do mundo onde o granizo é mais perigoso, com uma média anual de 25 tempestades, com percentagem de danos que variam de 4,30 a 29,55 por cento da área.

1.3 Sistema de Abastecimento da Cidade de Mendoza

Os rios mais importantes da Região de Cuyo são o rio Desaguadero, o Mendoza, o Tunuyan, o Atuel e o Diamond, que nascem nas montanhas, atravessam a Província na direção oeste para leste, formando o sistema hidrográfico do Rio Andino ou do Desaguadero, sendo aproveitados para geração de energia e irrigação. Ao redor desses rios, se concentram as atividades econômicas da Província.

2.0 MATERIAIS E MÉTODOS

Neste item, mencionaremos como funciona o sistema de abastecimento da Cidade de Mendoza, como são produzidos os sedimentos nesta Região e como foram realizadas as coletas de águas de poços e do rio Mendoza.

2.1 Funcionamento do Sistema de Abastecimento

Após o derretimento das geleiras nas montanhas, as águas que formam o Rio Mendoza são represadas em um Complexo de nome Potrerillos, localizado a cerca de 60 km da cidade. A água deste Reservatório serve para vários fins: geração de energia, irrigação, recreação e turismo. Sua capacidade de armazenamento é em torno de 450 hm³, permanecendo na zona de transição de fragilidade ambiental. A barragem têm 1.500 hectares de espelho d'água, 12 km de comprimento e cerca de 3 km de largura. Sua altura máxima é de 1.381 metros acima do nível do mar.

Ao longo do percurso do fluxo da água, desde a Barragem Potrerillos até o reservatório Cipolleti, existem pequenas barragens que têm a função de reter os sedimentos (Figura 02). Nestes pontos, o tamanho das partículas constituintes do solo,

são elevados, ou seja, o tipo de solo que compõem a região tem alta condutividade hidráulica, o que levaria a uma infiltração elevada, porém isto não acontece, já que as primeiras partículas de solo que integravam os solos, tinham tamanhos muito pequenos, preenchendo os vazios das partículas maiores, diminuindo o fluxo por entre as partículas maiores, conseqüentemente, diminuindo a infiltração, quase impermeabilizando o leito do rio. Somente com o passar do tempo, estas partículas serão transportadas, podendo haver novos problemas de infiltração.



Figuras 02 (A)Dique Potrerillos (B)Central Álvarez Condarco (C)Tubulações Central Gen.San Martin

A barragem Cipolletti (Figura 03) é o último ponto que retém os sedimentos, sendo daí, o controle dos canais que são distribuídos por toda a cidade, servindo a população de água potável e irrigando a vegetação e vinhedos da região.



Figura 03 Reservatório Cipolletti

Por toda a Cidade de Mendoza existem canais, que são usados tanto para irrigar as vinhas, como as vegetações das praças (Figura 04).



Figura 04 Canais de Irrigação na Cidade de Mendoza

2.2. Tipo de Vegetação existente na Região

Mendoza apresenta uma extrema aridez, influenciadas pela baixa precipitação e uma grande amplitude térmica diária e estacional. Este ressecamento é interrompida pelos oásis da Cidade, formado nas margens dos rios que nascem nas geleiras andinas.

A vegetação Xerófitas e ausência de Árvores frutíferas, são elementos comuns na paisagem da Mendoza silvestre.

2.3. Tipo de Solo e suas características

Segundo Valero (1990), o solo é constituído por partículas maiores, integrado por rochas sedimentares composta de textura fina, como argilitos, siltitos e arenitos, de idade terciária, sendo caracterizada por baixa resistividade elétrica. Esta unidade

tem baixa porosidade e permeabilidade, com um determinado conteúdo de minerais solúveis, podendo ser aquíferos pobres e mineralizados. Na superfície, a condutividade hidráulica é maior, devido ao tamanho das partículas, deixando a água passar com grande rapidez.

2.4. Ciclo de Sedimentos e como se relacionam com a Vegetação

De acordo com a Figura 05, o sistema de operação é influenciado pela vegetação e o pelo transporte de sedimentos no rio Mendoza, ou seja, as raízes das vegetações, podem ter influência no transporte de sedimentos devido à alta permeabilidade do solo na superfície e do baixo nível do lençol freático, que faz com que a maior parte da água precipitada, infiltre, alimentando o aquífero. Porém, as raízes das vegetações na superfície fazem uma espécie de filtração, retendo parte destes sedimentos.

Este fato foi observado, devido a existência de um poço nas proximidades da barragem Cipolletti, a uns 300m de distância. O nível estático do poço é de 60,00 m, nos permitindo identificar a qualidade água através de ensaios físico-químicos tanto no poço, quanto no rio Mendoza, fazendo-se uma comparação entre os níveis da condutividade elétrica, PH e sólidos totais.

Existem também alguns poços na área industrial, com maiores profundidades, com uma maior influência de resíduos industriais, sendo monitorados pela Universidade de Cuyo (UNCUYO).

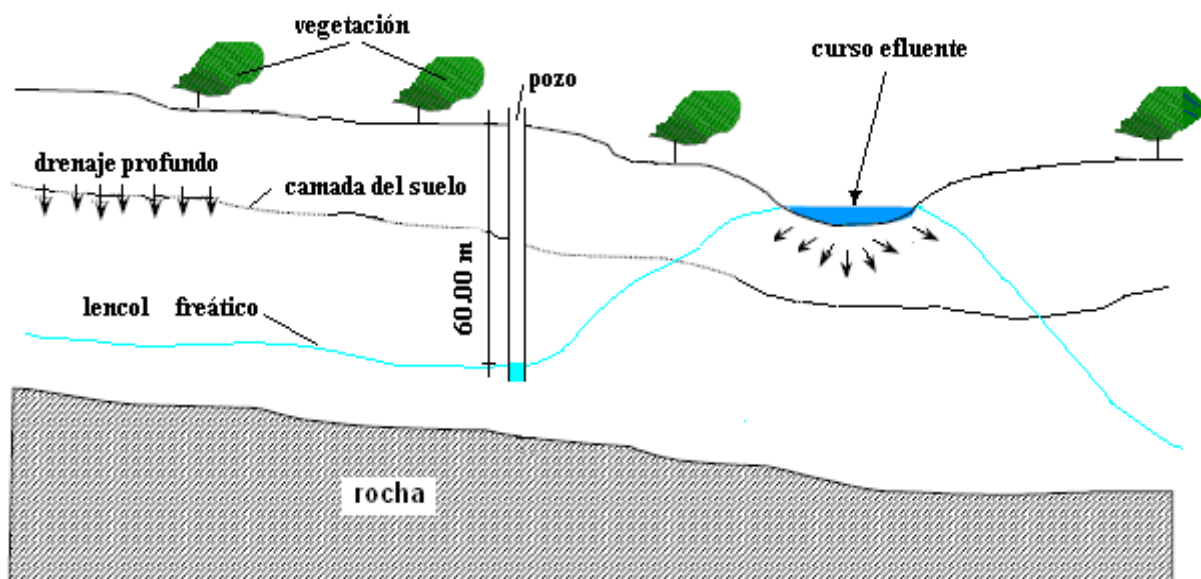


Figura 05 Sistema de funcionamento do lençol freático em Mendoza

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a coleta de água de vários poços da região (Quadro 02), foram realizadas análises físico-químicas destas amostras no Laboratório da UNCUYO. Destes resultados, pode-se atentar para o pH que é torno de 7,8, a condutividade elétrica em torno de 970 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e os sólidos totais em torno de 810 mg/L.

Comparando-se as análises de água do Poço 518-6 e do Rio Mendoza, percebe-se que o pH é próximo, 8,2 e 8,6, respectivamente, enquanto a condutividade elétrica, 999 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no rio e 364 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no Poço, assim como os sólidos totais, 750 mg/L no Rio e 425 mg/L no Poço.

A condutividade elétrica no rio é muito maior que no poço, cerca de 2,7 vezes, devido a presença de mais partículas sólidas no rio, sendo cerca de 1,7 vezes maior.

Obteve-se também o desvio padrão destas amostras, para saber-se como diferia dos outros poços, ou seja, se a variação era muito discrepante para cada local. Para o pH foi baixo em torno de 0,35, a condutividade elétrica em torno 306 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e os sólidos totais em torno de 268 mg/L.

Quadro 02 Análises Físico-Químico de Águas - Mendoza

análises realizadas na UNCUYO				local										resultado
análises	und	data	muerto	YPF 1111-6	Pulenta	G.Gaviola	518-6	Los Pesates	Munoz	Séptima	Rio Mza	Espinos	Enfrente Espinos	méd±desv padrão
pH		5-Oct	7.8	7.7	7.6	7.3	8.6	7.7	7.6	7.6	8.2	7.8	7.7	7.78±0.35
Conduct El	$\mu\text{S}/\text{cm}$	5-Oct	795	1038	961	1590	364	841	942	1316	999	849	982	970.64±306.55
Dureza tot	$\text{mgCO}_3\text{Ca}/\text{L}$	12-Oct	334	372	380	790	52	345	397	395	392	336	397	380.91±167.92
Alcalin. pH 4.3	$\text{mgCO}_3\text{H}/\text{L}$	5-Oct	42	114	213	282	19	108	157	246	120	111	132	140.36±80.17
Alcalin. pH 8.2	mgCO_3/L	5-Oct	-	-	-	-	<10	-	-	-	-	-	-	<0.1
Sólidos total	mg/L	19-Oct	645	825	745	1340	425	685	765	1115	750	-	-	810.56±268.11
Sólid Diss tot	mg/L	20-Oct	550	700	698	1370	310	670	680	870	690	-	-	726.44±284.50
Cloretos	mg/L	7-Oct	54	176	61	124	109	60	65	242	88	65	86	102.73±58.77
Cálcio	mg/L	14-Oct	109	118	101	252	14	107	126	146	126	110	126	121.36±54.94
Magnésio	mg/L	14-Oct	15	18	31	39	<10	19	20	<10	19	-	-	23.00±8.66
Sulfatos	mg/L	14-Oct	290	155	250	510	0	270	280	80	290	270	240	239.55±131.08
Nitritos	$\text{mg N NH}_3/\text{L}$	13-Oct	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0.1
Nitratos	$\text{mg N NH}_3/\text{L}$	21-Oct	<0,1	<0,1	<0,1	1.9	<0,1	<0,1	2.1	<0,1	<0,1	<0,1	-	2.00±0.14

Fonte: Laboratório UNCUYO (2010)

Para a Região Nordeste do Brasil, de acordo com o Quadro 03, o pH é em torno de 7,4 nos rios e 7,7 nos açudes, a condutividade elétrica, 519 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nos açudes e 592 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nos rios e os sais dissolvido é em torno de 314 mg/L nos açudes e 568 mg/L nos rios.

Comparando estes valores com os dados de Mendoza, verifica-se que o pH é semelhante, em torno de 7, porém a condutividade elétrica e os sólidos são quase 1,6

vezes maior que a do Nordeste, devido a uma maior presença de partículas presentes na água e também de pouca vegetação em torno da área.

Quadro 03 Características físico-químicas das águas de Açudes e Rios do Nordeste

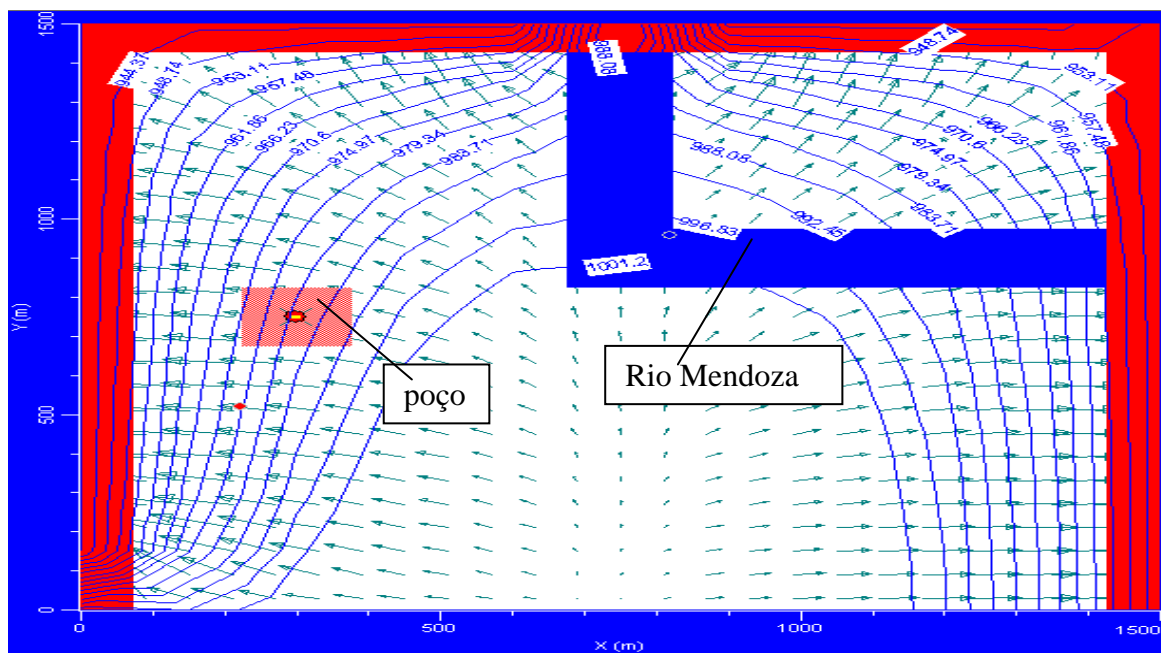
Característica*	Açudes (364)**	Rios (27)
	Média ± Desvio Padrão	Média ± Desvio Padrão
pH	7,73 ± 0,58	7,42 ± 0,61
Condutividade elétrica	519,63 ± 978,16	592,00 ± 794,41
Sais Dissolvidos	314,60 ± 629,15	568,27 ± 582,91
Ca	25,89 ± 37,47	23,75 ± 21,96
Mg	12,72 ± 22,24	19,15 ± 22,97
Na	53,66 ± 100,80	79,70 ± 106,20
K	9,62 ± 8,43	5,54 ± 4,82
Cl	80,86 ± 42,08	157,54 ± 227,33
SO ₄	7,07 ± 8,92	8,95 ± 2,62
HCO ₃	117,95 ± 57,53	81,33 ± 58,50
NO ₃	2,07 ± 4,84	1,35 ± 2,05

* unidades em mg/l, exceto pH, adimensional, e condutividade elétrica, µmhos/cm

** valores entre parênteses correspondem ao número de amostras

Fonte: ANA (2010)

Usando o software flowpath (Figura 06), verificou-se que o sentido do fluxo é de nordeste (NE) para sudoeste (SO) e como a condutividade hidráulica do local é bastante alta, a vegetação do tipo Pimentón, poderá ser a responsável por reter parte destes sedimentos.



4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Pode concluir-se, apesar de poucos estudos realizados na região de Cuyo, que a vegetação pode ter influência sobre o transporte de sedimentos, ou seja, as raízes das árvores podem reter parte dos sedimentos que são transportados dos rios em direção aos poços, já que foi visto anteriormente que o Rio é que alimenta o aquífero.

Isto, provavelmente acontece, visto que no Nordeste do Brasil, onde existe uma maior quantidade de vegetação, se comparado com a Região de Cuyo – Argentina, os níveis das análises estudadas são muito menores.

Estudos mais especializados e uma maior análise de dados da região, são necessários para uma completa classificação da área e dos sistemas envolvidos na Região.

5. AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal de Pernambuco _UFPE e a Universidad Nacional de Cuyo – UNCUYO, pelos apoios prestados, nas pessoas dos professores: Luis Enrique Guisasola, Sandra Ibañez e Patrícia Infante.

6. REFERÊNCIAS

ANA (Agência Nacional de Águas). Site: www.ana.gov.br. Pesquisa realizada em 10/02/2011 às 23:00 hs.

ANA (Agência Nacional de Águas). Site: www.ana.gov.br. Pesquisa realizada em 12/2010 às 15:00 hs.

Valero, Carlos Eduardo. 1990. XII Congrso Geológico Argentino y II Congreso de Exploración de Hidrocarburos. Actas T VI (155 – 165). Mendoza-Ar, 1990.

Laboratório UNCUYO. Universidad Nacional de Cuyo.. Mendoza-Ar. 09/2010.