

ANÁLISE DA DENSIDADE DE POÇOS TUBULARES NO ESTADO DO CEARÁ 1991 - 1998

Carlos Eduardo Sobreira Leite¹ & Gilberto Möbus¹

Resumo - Este trabalho mostra a distribuição da densidade de poços por Km² para os municípios do Estado do Ceará considerando os anos de 1991 e 1998 e analisa as variações percentuais de acréscimos e decréscimos calculados no período considerado. Os dados utilizados referem-se ao banco de dados de poços tubulares profundos existente na Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME e gerado em 1991 durante a realização do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Ceará, e ao censo de poços do estado promovido pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil em 1998.

São abordadas ainda, considerações a respeito dos poços identificados no cadastro de 1998 como não instalados e desativados, que representam um potencial passível de utilização.

Palavras-chave – poços, Ceará, densidade

INTRODUÇÃO

O Estado do Ceará está geograficamente localizado na região nordeste do Brasil (Figura 01), entre as coordenadas 2º e 8º Sul e 37º e 42º Oeste, com uma área territorial de 148.000 Km², sendo que 75% dessa área é constituída geologicamente por rochas do embasamento cristalino.

Durante toda a sua história apenas dois cadastros de poços tubulares a nível estadual foram realizados, sendo o primeiro em 1991 como uma das atividades da elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado e o segundo, em 1998, pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Apesar de falhas no primeiro banco, como

¹ Mestre em Hidrogeologia. DISUB/FUNCEME, Av. Rui Barbosa 1246, Aldeota, Fortaleza-CE, Brasil, CEP 60115-221, Fone (+85)4331843/Fax (+85)4331809, sobreira@funceme.br, mobus@funceme.br

ausência de informações de alguns municípios, trata-se da única fonte informativa a nível estadual disponível para aquela época, qualificando-o, desde que devidamente analisado, para qualquer pretensão de análise temporal da situação dos poços no estado.

No primeiro cadastro foram resgatadas informações técnicas de cerca de 8400 poços tubulares (excluindo a capital do estado, e 18 municípios sem informações no banco) junto aos órgãos governamentais e empresas privadas responsáveis pelas perfurações. O segundo cadastro teve caráter de censo, onde cerca de 11900 poços tubulares foram identificados em campo (excluindo a capital do estado) e levantados, principalmente, informações de localização com uso de GPS, estado atual (instalados, não instalados e desativados) e de qualidade de água (apenas sólidos totais dissolvidos).

Este trabalho mostra a distribuição das densidades (poços/Km²) dos poços em uso cadastrados nos dois levantamentos (1991 e 1998), para os municípios do estado e ainda os índices percentuais de acréscimo e decréscimo no período. São também considerados os poços atualmente não instalados e desativados em 1998 que poderiam ser agregados aos em uso.



Figura 01 - Localização do Estado do Ceará

DIVISÃO POLÍTICA DO ESTADO

O Estado do Ceará atualmente conta com 184 municípios incluindo a sua capital Fortaleza, sendo que Ararendá, Catunda, Choró, Fortim, Itaitinga e Jijoca de Jericoacoara foram criados após a data do primeiro cadastramento em 1991. A divisão política atual é mostrada na Figura 02.



Figura 02 – Mapa político do Estado do Ceará

ÁREAS DE SEDIMENTO E CRISTALINO NO ESTADO DO CEARÁ

As áreas de sedimento no Estado do Ceará encontram-se, principalmente, nas regiões limítrofes do território, caracterizadas pelos sedimentos costeiros ao norte, arenitos da Formação Serra Grande na Serra da Ibiapaba à oeste, arenitos e calcários do Grupo Apodi na Chapada do Apodi à leste, arenitos do Grupo Cariri na Chapada do Araripe à sul e os arenitos da bacia sedimentar interior do Iguatú (Figura 03).



Figura 03 – Distribuição das áreas de sedimento e cristalino no Estado do Ceará.

O Embasamento Cristalino, que se constitui no substrato rochoso, e representa 75% da área do estado é composto por rochas ígneas e metamórficas, de idades anteriores ao Paleozóico inferior.

METODOLOGIA

A metodologia aplicada neste trabalho pode ser sumarizada da seguinte forma:

Para o período de 1991, foi utilizado o banco de poços do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Ceará; para análise foram considerados os poços que apresentavam indicações de uso (abastecimento humano e animal, irrigação, industrial, etc.) além de vazões e informações técnicas mais completas. Não foi possível identificar os passíveis de uso (não instalados e desativados).

Para 1998, foi utilizado o banco de dados gerado pela CPRM – Serviço Geológico do Brasil, onde é informada claramente a situação atual dos poços.

Foram gerados então mapas de densidades, utilizando como base o mapa político atual (para que fosse possível uma análise comparativa entre os dois períodos), para cada município, calculando-se a razão entre o número de poços e a sua área, com as seguintes ressalvas:

- Em 1991 não foram considerados seis municípios criados após esse período e outros 18 municípios sem informações no banco de dados. Áreas em branco nos mapas.
- Para os municípios que tiveram parte de sua área desmembrada para criação de novos, foi realizada uma análise visual e eliminados os poços em 1991 que se encontravam nestas regiões (desmembradas). Este procedimento permitiu a análise da evolução (acréscimo / decréscimo) das densidades de poços nestes municípios em particular.
- Não foi considerada a capital do estado por não terem sido cadastrados seus poços em 1998.

Os intervalos de densidades a serem considerados foram definidos em função de uma análise do histograma dos valores calculados, resultando nas seguintes faixas: muito baixa ($\leq 0,05$), baixa ($> 0,05$ a $\leq 0,1$), média ($> 0,1$ a $\leq 0,15$), alta ($> 0,15$ a $\leq 0,2$) e muito alta ($> 0,2$). Vale ressaltar que essas referências são específicas para os grupos de valores encontrados neste trabalho.

Para demonstração das variações percentuais nos valores de densidades no período 1991 – 1998 foram definidos os seguintes intervalos:

- Variação positiva: ($\leq 25\%$), ($> 25\%$ a $\leq 50\%$), ($> 50\%$ a $\leq 75\%$), ($> 75\%$ a $\leq 100\%$) e ($> 100\%$).
- Variação negativa: ($\geq -25\%$), ($< -25\%$ a $\geq -50\%$), ($< -50\%$ a $\geq -75\%$), ($< -75\%$ a $\geq -100\%$)

DENSIDADES DOS POÇOS EM USO – 1991

A figura 04 mostra graficamente o número de poços em relação aos intervalos de densidades (poços/Km²) calculados para 1991. Verifica-se um número expressivo (97 municípios) com densidades inferiores a 0,05, seguidos por aqueles na faixa de > 0,05 a ≤ 0,1 (34 municípios). 13 municípios apresentaram densidades superiores a 0,2, representando apenas 8,18% dos 159 municípios considerados.

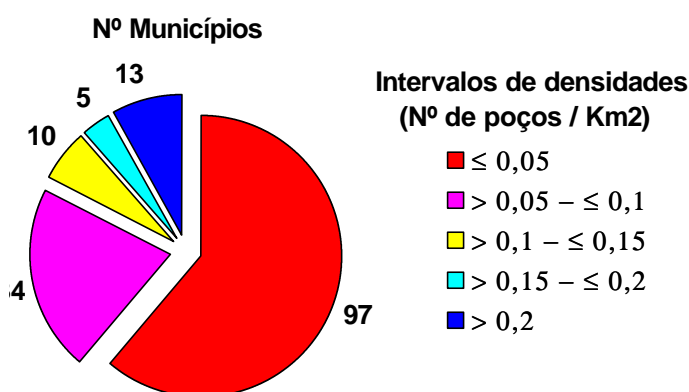


Figura 04 - Representação gráfica do número de municípios e intervalos de densidades (poços/Km²) para 1991.

No quadro 01 são apresentados os números de municípios por intervalos de densidades e a representação percentual dos mesmos em relação ao total analisado para 1991. 61,01% mostraram densidades muito baixas (≤ 0,05) e 21,38% densidades baixas (> 0,05 a ≤ 0,1). Estes grupos representam, portanto, 82,39% do total considerado.

Quadro 01 – Número de municípios e representação percentual no estado em função dos intervalos de densidades (poços/Km²) para 1991.

Intervalos de densidade	Nº municípios	%
≤ 0,05	97	61,01
> 0,05 – ≤ 0,1	34	21,38
> 0,1 – ≤ 0,15	10	6,29
> 0,15 – ≤ 0,2	5	3,14
> 0,2	13	8,18
TOTAL	159	100,00

A distribuição dos intervalos de densidades no estado é mostrada na Figura 05. Os municípios sem informação (em branco) são os que não haviam sido criados na época ou não possuíam informações no banco utilizado.

Os municípios que apresentaram os maiores valores foram: Pacatuba (0,91 poços/Km²), Maracanaú (0,89 poços/Km²), Aquiraz (0,88 poços/Km²), Juazeiro do Norte (0,64 poços/Km²), Redenção (0,51 poços/Km²), Eusébio (0,50 poços/Km²), Pacajus (0,42 poços/Km²), Caucaia (0,39 poços/Km²), Pacujá (0,35 poços/Km²) e Uruburetama (0,25 poços/Km²).

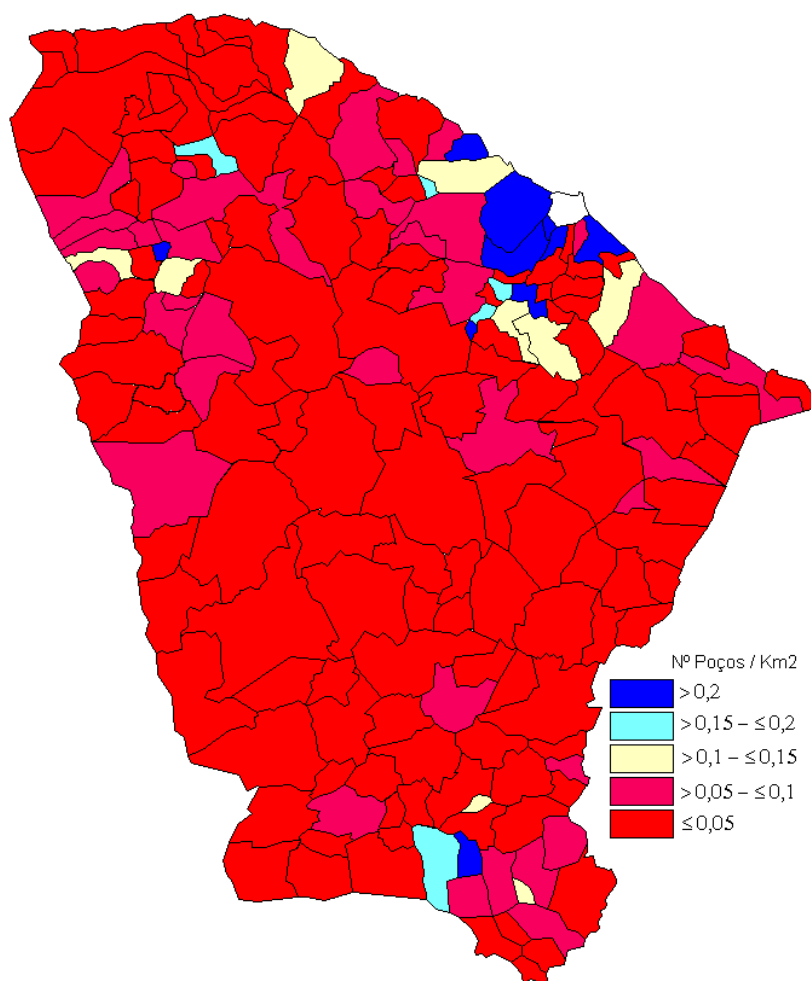


Figura 05 – Densidades de poços/Km² em 1991 para os municípios do Estado do Ceará.

DENSIDADE DOS POÇOS EM USO – 1998

A Figura 06 mostra graficamente o número de municípios em relação aos intervalos de densidades calculadas para 1998. O número com densidades inferiores a 0,05 (120 municípios) é o mais expressivo seguido pelo grupo de 28 municípios na faixa de > 0,05 a

$\leq 0,1$. Apenas dois municípios encontram-se na faixa de $> 0,15$ a $\leq 0,2$ e 17 apresentaram densidades superiores a $0,2$.

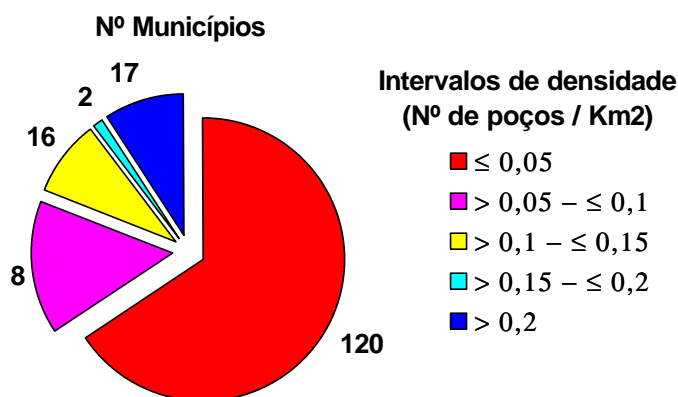


Figura 06 - Representação gráfica do número de municípios e intervalos de densidades (poços/Km²) para 1998.

O Quadro 02 apresenta o número de municípios e a representação percentual dos mesmos para cada intervalo de densidades. 65,57% apresentaram densidades muito baixas e 15,31% densidades baixas, ou seja, 80,88% dos municípios analisados têm densidades baixas e muito baixas. Apenas 9,29% do total têm valores superiores a $0,2$.

Quadro 02 – Número de municípios e representação percentual no estado em função dos intervalos de densidades (poços/Km²) para 1998.

Intervalos de densidade	Nº municípios	%
$\leq 0,05$	120	65,57
$> 0,05 - \leq 0,1$	28	15,31
$> 0,1 - \leq 0,15$	16	8,74
$> 0,15 - \leq 0,2$	2	1,09
$> 0,2$	17	9,29
TOTAL	183	100,00

A distribuição dos intervalos de densidades no estado é mostrada na Figura 07. Os municípios que apresentaram maiores valores foram: Eusébio (4,30 poços/Km²), Aquiraz (0,90 poços/Km²), Horizonte (0,74 poços/Km²), Aratuba (0,69 poços/Km²), Juazeiro do Norte (0,67 poços/Km²), Maracanaú (0,59 poços/Km²), Pacajus (0,40 poços/Km²), Barreira (0,32 poços/Km²), Caucaia (0,32 poços/Km²) e Mulungu (0,25 poços/Km²).

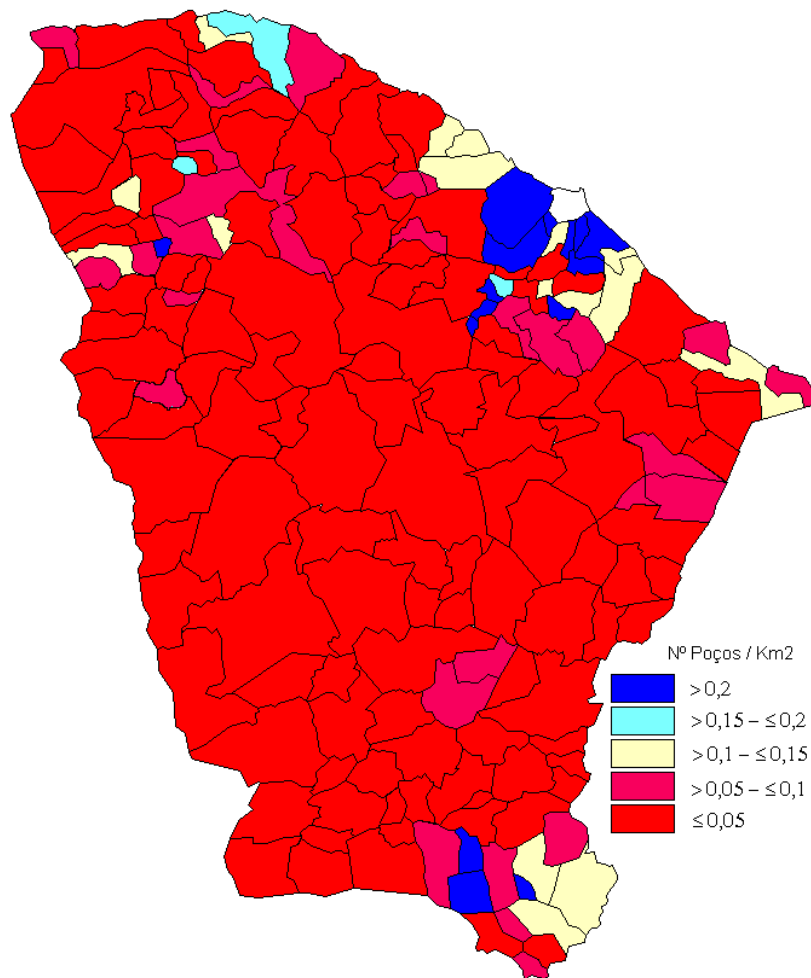


Figura 07 – Densidades de poços/Km² em 1998 para os municípios do Estado do Ceará.

VARIAÇÃO PERCENTUAL DA DENSIDADE DE POÇOS NO PERÍODO 1991 – 1998

A representação gráfica do número de municípios que apresentaram acréscimo e decréscimo nos valores de densidades de poços/Km² no período de 1991 a 1998 é mostrada na Figura 08. A maior variação negativa se deu na faixa de < -25% a ≥ -50, ou seja, 34 municípios reduziram, no período, os número de poços em uso de 25% a 50%, enquanto a maior variação positiva se deu no intervalo de > 100% (26 municípios, no mínimo duplicaram o número de poços em uso).

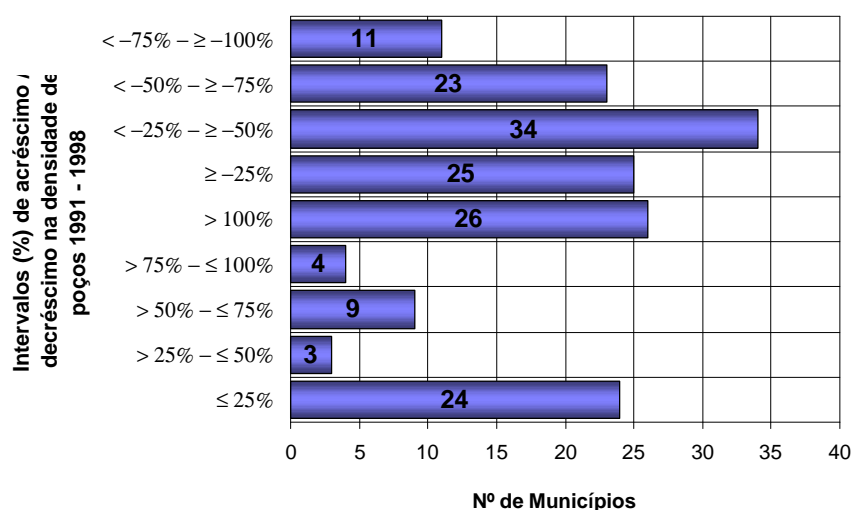


Figura 08 – Representação gráfica do número de municípios que apresentaram acréscimos / decréscimos nas densidades de poços/Km² no período 1991 a 1998.

O Quadro 03 mostra os acréscimos e decréscimos nos valores de densidades no período, agrupados por variações positivas e negativas. O fato que merece destaque é o de que mais da metade (58,49%) dos municípios considerados apresentaram uma diminuição nas densidades de poços/Km² (93 municípios).

Aqueles que apresentaram os maiores acréscimos percentuais foram: Horizonte (4025%), Barreiras (1325%), Chorozinho (1033%), Tejuçuoca (966%), Ocara (860%), Cruz (850%), Jaguaribara (750%), Eusébio (750%), Acarape (700%) e Ipaporanga (625%).

Quadro 03 – Número de municípios que tiveram variações positivas e negativas nos valores de densidades de poços/Km² no período 1991 a 1998.

	Intervalos %	Nº municípios	%
Var. positiva	≤ 25%	24	15,09
	> 25% - ≤ 50%	3	1,89
	> 50% - ≤ 75%	9	5,66
	> 75% - ≤ 100%	4	2,52
	> 100%	26	16,35
	SUB TOTAL	66	41,51
Var. negativa	≥ -25%	25	15,72
	< -25% - ≥ -50%	34	21,38
	< -50% - ≥ -75%	23	14,47
	< -75% - ≥ -100%	11	6,92
	SUB TOTAL	93	58,49
TOTAL	159	100,00	

POÇOS NÃO INSTALADOS E DESATIVADOS

Em 1998, no censo realizado pela CPRM, foram registrados 3.800 poços, aproximadamente, que se encontravam ou desativados ou não instalados. A distribuição desses poços nos municípios, assim como o percentual que estes poços representam em relação aos poços em uso nestes mesmos municípios, é apresentada na figura 09.

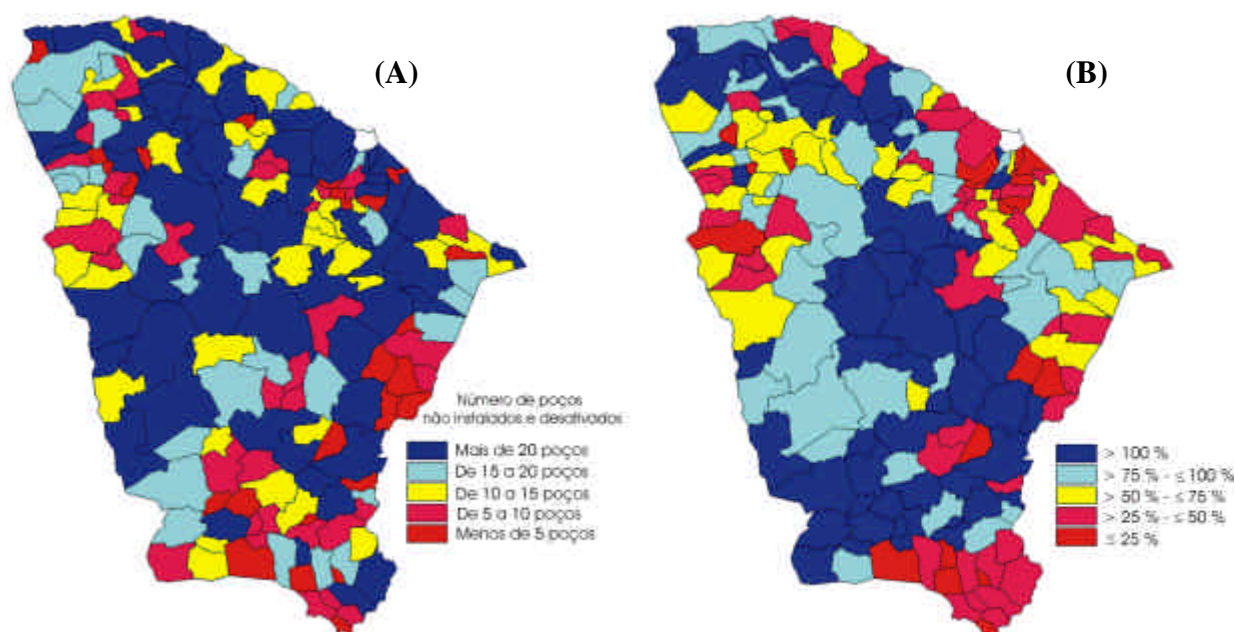


Figura 09 – (A) Número de poços não instalados e desativados (por intervalo) e (B) percentual que estes nº representam em relação aos poços em uso (1998)

É interessante observar que é na região de domínio das rochas do embasamento cristalino onde há maior número de poços não instalados ou desativados e, em muitos casos, estes poços representam mais de 75% em relação aos poços instalados em 1998.

DENSIDADE DE POÇOS EM 1998 CONSIDERANDO OS NÃO INSTALADOS E DESATIVADOS

Considerando o número expressivo de poços desativados e não instalados no Estado do Ceará identificados no banco de dados gerado em 1998, foi realizada uma análise global, considerando estes e os em uso no período. A representação gráfica desta nova situação é mostrada na Figura 10. O maior grupo de municípios (81) são

enquadrados no intervalo de densidades inferiores a 0,05 seguidos por aqueles no intervalo de $> 0,15$ a $\leq 0,2$ (48 municípios).

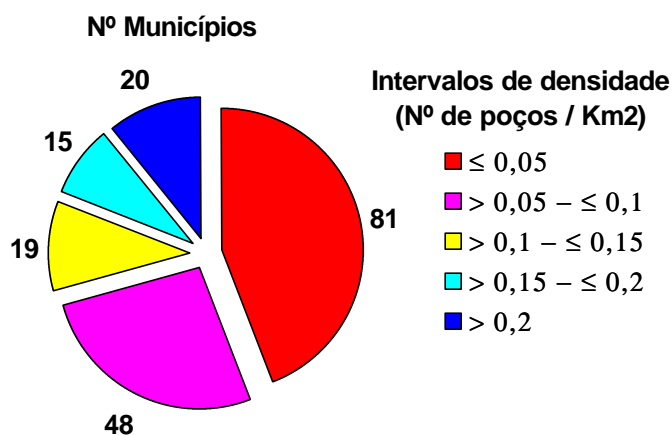


Figura 10 - Representação gráfica do número de municípios e intervalos de densidades (poços/Km²) para 1998 considerando os poços não instalados e desativados.

O número de municípios e a sua representação percentual para cada intervalo de densidades de poços/Km², considerando poços passíveis de uso em 1998 (não instalados e desativados) (Quadro 04), mostra que 81 deles, ou 44,26% apresentam densidades muito baixas ($\leq 0,05$) e 48 apresentam densidades baixas ($> 0,05$ a $\leq 0,1$), ou 26,23%. Esses dois grupos representam, portanto, 70,49% do total de municípios considerados. Aqueles com maiores densidades ($> 0,2$) representam 10,93% do total.

Quadro 04 – Número de municípios e representação percentual no estado em função dos intervalos de densidades (poços/Km²) para 1998, considerando os poços não instalados e desativados.

Intervalos de densidade	Nº municípios	%
$\leq 0,05$	81	44,26
$> 0,05 - \leq 0,1$	48	26,23
$> 0,1 - \leq 0,15$	19	10,38
$> 0,15 - \leq 0,2$	15	8,20
$> 0,2$	20	10,93
TOTAL	183	100,00

A distribuição das densidades para todo o estado, para 1998, considerando os poços não instalados e desativados é mostrada na Figura 11. Os municípios que

apresentaram os maiores valores foram: Eusébio (5,12 poços/Km²), Maracanaú (1,22 poços/Km²), Aratuba (1,02 poços/Km²), Aquiraz (1,02 poços/Km²), Horizonte (0,87 poços/Km²), Juazeiro do Norte (0,76 poços/Km²), Pacajus (0,52 poços/Km²), Caucaia (0,43 poços/Km²), Barreira (0,39 poços/Km²) e Itaitinga (0,39 poços/Km²).

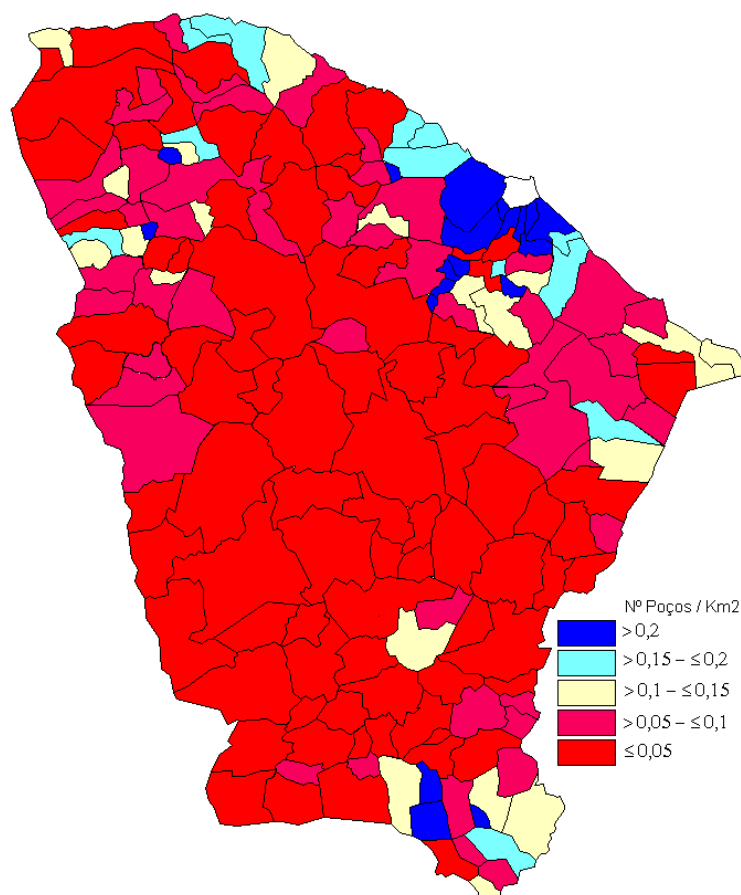


Figura 11 – Densidades de poços/Km² em 1998 para os municípios do Estado do Ceará, considerando os poços não instalados e desativados.

VARIAÇÃO PERCENTUAL DA DENSIDADE DE POÇOS NO PERÍODO 1991 -1998 CONSIDERANDO OS POÇOS PASSÍVEIS DE USO (NÃO INSTALADOS E DESATIVADOS)

A Figura 12 representa graficamente o número de municípios que apresentaram acréscimos e decréscimos nos valores de densidades de poços/Km² no período, considerando os poços passíveis de uso em 1998. Nesse contexto nota-se um número considerável de municípios (46) com acréscimos superiores a 100%, enquanto dentre os intervalos de decréscimos o maior número de municípios (13) situa-se no intervalo de $\geq -25\%$.

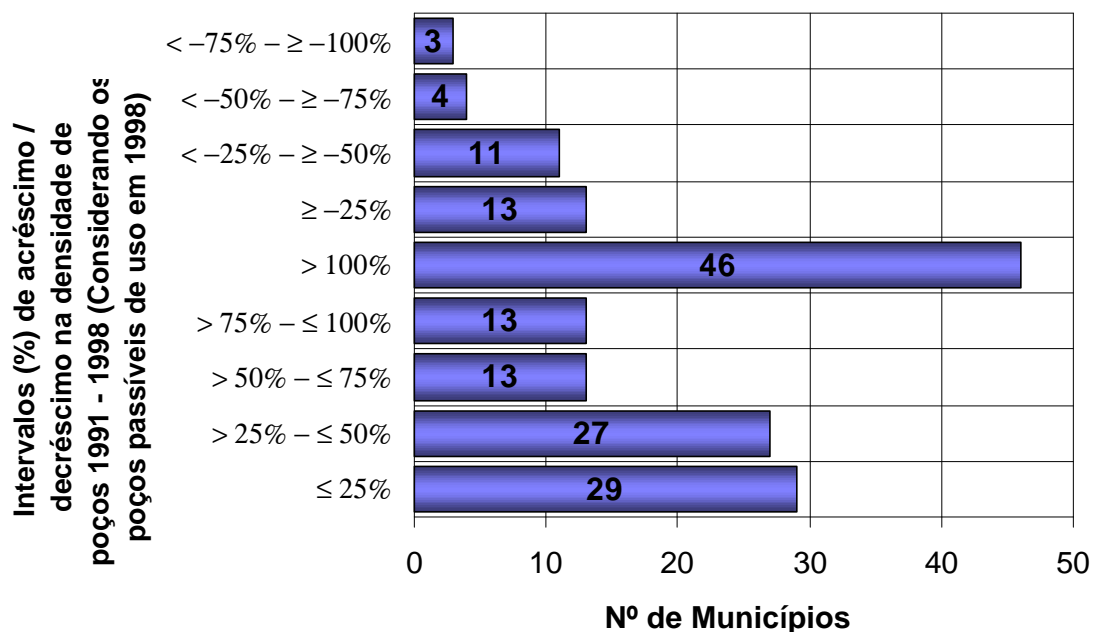


Figura 12 – Representação gráfica do número de municípios que apresentaram acréscimos / decréscimos nas densidades de poços/Km² no período 1991 a 1998, considerando os poços passíveis de uso (não instalados e desativados).

O número de municípios em função dos acréscimos e decréscimos nos valores de densidades de poços/Km², agrupados por variações positivas e negativas, bem como a sua representação percentual em relação ao total analisado é mostrado no Quadro 05, considerando os poços passíveis de uso. A análise do grupo como um todo mostra um grande percentual de municípios (80,49%) com acréscimos nos valores de densidades quando considerados os poços passíveis de uso, contra um percentual de 19,51% que continuaram com decréscimos nas suas densidades, mesmo considerando aqueles poços.

Quadro 05 – Número de municípios que tiveram variações positivas e negativas nos valores de densidades de poços/Km² no período 1991 a 1998 e representação percentual em relação ao total de municípios considerados.

	Intervalos %	Nº municípios	%
Var. positiva	≤ 25%	29	18,23
	> 25% – ≤ 50%	27	16,98
	> 50% – ≤ 75%	13	8,18
	> 75% – ≤ 100%	13	8,18
	> 100%	46	28,92
	SUB TOTAL	128	80,49
Var. negativa	≥ -25%	13	8,18
	< -25% – ≥ -50%	11	6,92
	< -50% – ≥ -75%	4	2,52
	< -75% – ≥ -100%	3	1,89
	SUB TOTAL	31	19,51
	TOTAL	159	100,00

Os municípios que apresentam os maiores acréscimos percentuais nas densidades de poços/Km² calculadas para o período 1991 a 1998, considerando os poços passíveis de uso foram: Horizonte (4725%), Tejuçuoca (1633%), Barreira (1625%), Graça (1400%), Ocara (1240%), Chorozinho (1166%), Acarape (1050%) e Jaguaribara (950%).

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Em 1991, 18 municípios não apresentavam dados e 6 não haviam ainda sido criados naquela data, por esta razão, quando comparados os dois períodos, ou for feita referências a 1991, os dados são restritos a 159 municípios (a capital do estado também não foi considerada), o que equivale a 87% dos hoje existentes. Quando analisado o período de 1998, apenas a capital Fortaleza não é considerada. Em função do exposto e dos resultados, pode-se concluir os seguintes fatos:

Em 1991 a densidade média calculada para os 159 municípios foi da ordem de 0,050 poços/Km², sendo que 82,4% deles apresentaram densidades baixas a muito baixas. A maior concentração de municípios com densidades altas a muito altas está na região norte próxima a Fortaleza;

Em 1998 a densidade média calculada (0,051 poços/Km²) apresentou um valor da mesma ordem que no primeiro período analisado para os mesmos 159 municípios. Já considerando os 183 municípios, a densidade média encontrada foi de 0,044. Foi ainda

observado que além da permanência de uma concentração de municípios de alta e muita alta densidade, na região próxima a Fortaleza, um novo grupo se destacou na região da Chapada do Araripe;

Se forem considerados os poços passíveis de uso (não instalados e desativados) em 1998, a densidade média, considerando 183 municípios é da ordem de 0,068 poços/Km². Nesse contexto, aproximadamente 80% dos municípios teriam um acréscimo nos seus valores de densidade, sendo que cerca de 29% do total geral teriam mais que 100% de acréscimo. Pode ser também observado que, além das áreas de concentrações de municípios com alta e muito alta densidade já citadas, destacariam-se também a região da Chapada do Apodi e parte da região nordeste.

Verifica-se, portanto, que apesar de campanhas de perfurações de poços ocorridas no período (1991 – 1998), incrementando a quantidade de obras existentes, a relação poço em uso e área não sofreu aumento significativo. Este fato, relacionado aos resultados obtidos quando considerados os poços passíveis de uso (não instalados e desativados) comprova que grande parte das obras construídas encontram-se, na verdade, abandonadas ou não utilizadas.

Recomenda-se então, que ações paralelas as campanhas governamentais de perfuração de poços, para minimização dos efeitos climáticos no estado, sejam contempladas no sentido de aproveitamento de obras já existentes e não em uso, através de, por exemplo, subsídios para recuperação e/ou instalação destas.

BIBLIOGRAFIA

CPRM - Serviço Geológico do Brasil - Atlas dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Ceará – Fortaleza – 1999.

FUNCEME – Banco de Dados de Poços – Fortaleza - 1992

IPLANCE - Informações Básicas dos Municípios – Fortaleza – 1999.