



Diagnóstico e Proposta de Gestão das Reservas e Disponibilidades das Águas Subterrâneas no Distrito Federal, Considerando as Diferentes Regiões Administrativas e a Situação Atual de Uso e Ocupação do Solo.

Brasília, dezembro de 2016

Diretor Presidente

Paulo Sérgio Bretas de Almeida Salles

Diretor

Israel Pinheiro Torres

Diretor

Diógenes Mortari

Diretor

José Walter Vazquez Filho

Superintendência de Recursos Hídricos

Rafael Machado Mello

Consultor contratado

Marcelo Gonçalves

Brasília, 2016

APRESENTAÇÃO

O presente documento contém o produto 01 referente ao contrato Nº SA 2464/2016, firmado entre a ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA - UNESCO e o consultor Marcelo Gonçalves, no âmbito do Projeto 914BRZ2016 – “ELABORAÇÃO DE ESTUDOS EM REGULAMENTAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO”. Trata-se do relatório contendo o **“Diagnóstico e proposta de gestão das reservas e disponibilidades das águas subterrâneas no Distrito Federal, considerando as diferentes regiões administrativas e a situação atual de uso e ocupação do solo”**, de acordo com o Termo de Referência (TR) e sob supervisão e orientação da Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal (ADASA).

Este contempla o mapeamento e delimitação dos aquíferos por meio de georreferenciamento, tomando como base estudos e normas já existentes; Interpolação dos dados de reserva e disponibilidade dos estudos existentes, bem como atualizações desses estudos que sejam disponibilizadas, para as subdivisões a serem elaboradas para cada região administrativa e para os diferentes usos e ocupações do solo (áreas urbanas/impermeabilizadas e áreas rurais/permeáveis); Proposta de gestão dos recursos hídricos subterrâneos, considerando o uso e ocupação do solo para cada região administrativa do Distrito Federal.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. ESTRUTURAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS E METODOLOGIA DE TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS	15
2.1. <i>Parâmetros do Sistema de Informações Geográficas</i>	15
2.2. <i>Metodologia de tratamento e análise dos dados</i>	16
3. MAPEAMENTO E DELIMITAÇÃO DOS AQUÍFEROS	19
3.1. <i>Domínio freático</i>	19
3.2. <i>Domínio fraturado e físsuro-cárstico</i>	22
4. INTERPOLAÇÃO DOS DADOS DE RESERVA E DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA AS REGIÕES ADMINISTRATIVAS	28
4.1. <i>RA I - BRASÍLIA</i>	29
4.2. <i>RA II - GAMA</i>	29
4.3. <i>RA III - TAGUATINGA</i>	30
4.4. <i>RA IV - BRAZLÂNDIA</i>	31
4.5. <i>RA V - SOBRADINHO</i>	32
4.6. <i>RA VI - PLANALTINA</i>	32
4.7. <i>RA VII - PARANOÁ</i>	33
4.8. <i>RA VIII – NÚCLEO BANDEIRANTES</i>	34
4.9. <i>RA IX - CEILÂNDIA</i>	35
4.10. <i>RA X - GUARÁ</i>	36
4.11. <i>RA XI - CRUZEIRO</i>	36
4.12. <i>RA XII - SAMAMBAIA</i>	37
4.13. <i>RA XIII – SANTA MARIA</i>	38
4.14. <i>RA XIV – SÃO SEBASTIÃO</i>	38
4.15. <i>RA XV – RECANTO DAS EMAS</i>	39
4.16. <i>RA XVI – LAGO SUL</i>	41
4.17. <i>RA XVII – RIACHO FUNDO</i>	42
4.18. <i>RA XVIII – LAGO NORTE</i>	42
4.19. <i>RA XIX - CANDANGOLÂNDIA</i>	43
4.20. <i>RA XX – ÁGUAS CLARAS</i>	44
4.21. <i>RA XXI – RIACHO FUNDO II</i>	44

4.22.	RA XXII – SUDOESTE/OCTOGONAL.....	45
4.23.	RA XXIII - VARJÃO	46
4.24.	RA XXIV – PARK WAY.....	46
4.25.	RA XXV - SCIA.....	47
4.26.	RA XXVI – SOBRADINHO II.....	48
4.27.	RA XXVII – JARDIM BOTÂNICO.....	48
4.28.	RA XXVIII - ITAPOÃ.....	49
4.29.	RA XXIX – SIA.....	50
4.30.	RA XXX – VICENTE PIRES	50
4.31.	RA XXXI - FERCAL	52
5.	INTERPOLAÇÃO DOS DADOS DOS SISTEMAS AQUÍFEROS E REGIÕES ADMINISTRATIVAS PARA OS DIFERENTES TIPOS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E GRAU DE IMPERMEABILIZAÇÃO	54
5.1.	Uso e Ocupação do Solo e o Grau de Impermeabilização.....	54
5.2.	Grau de Impermeabilização de acordo com a Região Administrativa	59
5.3.	Grau de Impermeabilização do sistema aquífero poroso	62
5.4.	Grau de Impermeabilização do sistema aquífero fraturado.....	65
5.5.	Impermeabilização do solo dos sistemas aquíferos por Região Administrativa....	69
6.	PROPOSTA DE GESTÃO PARA OS RECURSOS HÍDRICOS.....	90
6.1.	Banco de dados e sistema de informações geográficas	90
6.2.	Gestão do território relacionado aos recursos hídricos	94
6.3.	Impermeabilização e áreas de recarga artificial dos aquíferos.....	95
6.4.	Gestão dos recursos hídricos subterrâneos de acordo com a RA.....	96
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	98
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	99

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistemas dos aquíferos de domínio freático do Distrito Federal.....	20
Figura 2 – Sistemas dos aquíferos de domínio fraturado e fissuro-cárstico do Distrito Federal	25
Figura 3 – Mapeamento do Uso e Ocupação do Solo do Distrito Federal - 2016	56
Figura 4 – Áreas Segundo o Grau de Impermeabilização no Distrito Federal - 2016	57
Figura 5 – Condição de Impermeabilização do Sistema Aquífero Poroso	63
Figura 6 – Condição de Impermeabilização do Sistema Aquífero Fraturado	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Sistemas/Subsistemas dos aquíferos de domínio freático do Distrito Federal com respectivas vazões médias.....	19
Tabela 2 – Área, espessura saturada média, porosidade total média e porosidade efetiva média determinadas para cada sistema do Domínio Poroso do Distrito Federal.....	21
Tabela 3 – Reservas hídricas do sistema poroso do Distrito Federal.....	21
Tabela 4 – Volume explotável, volume utilizado e disponível do sistema poroso do Distrito Federal.	22
Tabela 5 – Sistemas/Subsistemas dos aquíferos de domínio fraturado e fissuro-cárstico do Distrito Federal com respectivas vazões médias	23
Tabela 6 – Parâmetros utilizados para as estimativas das reservas hídricas nos sistemas / subsistemas aquíferos fraturados no Distrito Federal	26
Tabela 7 – Reservas hídricas do sistema fraturado e fissuro-cárstico do Distrito Federal....	27
Tabela 8 – Volume explotável, volume utilizado e disponível do sistema fraturado e fissuro-cárstico do Distrito Federal.	27
Tabela 9 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA I.....	29
Tabela 10 – Reservas hídricas dos aquíferos de sistema fraturado da RA I	29
Tabela 11 – Volume utilizado e disponível dos aquíferos de sistema fraturado da RA I.....	29
Tabela 12 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA II..	29
Tabela 13 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA II.....	30
Tabela 14 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA II	30
Tabela 15 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA III. 30	
Tabela 16 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA III.....	30
Tabela 17 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA III	30
Tabela 18 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA IV. 31	
Tabela 19 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA IV	31
Tabela 20 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA IV.....	31
Tabela 21 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA V..	32
Tabela 22 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA V	32
Tabela 23 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA V.....	32
Tabela 24 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA VI. 32	
Tabela 25 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA VI	33
Tabela 26 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA VI.....	33
Tabela 27 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA II..	33
Tabela 28 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA II.....	34

Tabela 29 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA VII.....	34
Tabela 30 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA VIII	34
Tabela 31 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA VIII	34
Tabela 32 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA VIII	35
Tabela 33 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA IX.	35
Tabela 34 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA IX	35
Tabela 35 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA IX.....	35
Tabela 36 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA X..	36
Tabela 37 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA X	36
Tabela 38 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA X.....	36
Tabela 39 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XI.	36
Tabela 40 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XI	36
Tabela 41 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XI.....	37
Tabela 42 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XII	37
Tabela 43 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XII	37
Tabela 44 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XII.....	37
Tabela 45 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XIII	38
Tabela 46 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XIII	38
Tabela 47 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XIII....	38
Tabela 48 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XIV	38
Tabela 49 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XIV	39
Tabela 50 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XIV ...	39
Tabela 51 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XV	39
Tabela 52 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XV	39
Tabela 53 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XV	41
Tabela 54 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XVI	41
Tabela 55 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XVI	41
Tabela 56 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XVI ...	41
Tabela 57 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XVII	42
Tabela 58 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XVII	42
Tabela 59 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XVII ..	42

Tabela 60 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XVIII	42
Tabela 61 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XVIII	43
Tabela 62 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XVIII ..	43
Tabela 63 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XIX	43
Tabela 64 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XIX	43
Tabela 65 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XIX ...	43
Tabela 66 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XX	44
Tabela 67 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XX	44
Tabela 68 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XX ...	44
Tabela 69 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XXI	44
Tabela 70 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XXI	45
Tabela 71 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XXI ...	45
Tabela 72 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XXII	45
Tabela 73 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XXII	45
Tabela 74 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XXII ..	45
Tabela 75 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XXIII	46
Tabela 76 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XXIII	46
Tabela 77 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XXIII ..	46
Tabela 78 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XXIV	46
Tabela 79 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XXIV	47
Tabela 80 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XXIV ..	47
Tabela 81 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XXV	47
Tabela 82 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XXV	47
Tabela 83 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XXV ..	47
Tabela 84 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XXVI	48
Tabela 85 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XXVI	48
Tabela 86 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XXVI ..	48
Tabela 87 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XXVII	48

Tabela 88 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XXVII.....	49
Tabela 89 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XXVII	49
Tabela 90 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XXVIII	49
Tabela 91 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XXVIII.....	49
Tabela 92 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XXVIII	50
Tabela 93 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XXIX	50
Tabela 94 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XXIX.....	50
Tabela 95 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XXIX .	50
Tabela 96 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XXX	50
Tabela 97 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XXX.....	52
Tabela 98 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XXX ..	52
Tabela 99 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XXXI	52
Tabela 100 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XXXI.....	52
Tabela 101 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XXXI	53
Tabela 102 – Classes de Uso do Solo e Grau de Impermeabilização - 2016	58
Tabela 103 – Grau de Impermeabilização por Região Administrativa (RA).....	60
Tabela 104 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso	64
Tabela 105 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado	67
Tabela 106 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA I	69
Tabela 107 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA I	69
Tabela 108 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA II	70
Tabela 109 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA II	70
Tabela 110 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA III	70
Tabela 111 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA III ...	71
Tabela 112 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA IV	71
Tabela 113 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA IV ...	71
Tabela 114 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA V	72
Tabela 115 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA V	72
Tabela 116 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA VI	72
Tabela 117 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA VI ...	73
Tabela 118 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA VII	73
Tabela 119 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA VII ..	74
Tabela 120 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA VIII	74

Tabela 121 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA VIII .	74
Tabela 122 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA IX	75
Tabela 123 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA IX...	75
Tabela 124 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA X	75
Tabela 125 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA X....	76
Tabela 126 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XI	76
Tabela 127 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XI ...	76
Tabela 128 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XII	76
Tabela 129 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XII..	76
Tabela 130 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XIII	77
Tabela 131 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XIII.	77
Tabela 132 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XIV.....	77
Tabela 133 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XIV.	78
Tabela 134 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XV.....	78
Tabela 135 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XV..	79
Tabela 136 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XVI.....	79
Tabela 137 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XVI.	79
Tabela 138 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XVII....	80
Tabela 139 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XVII	80
Tabela 140 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XVIII...	80
Tabela 141 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XVIII	81
Tabela 142 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XIX.....	81
Tabela 143 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XIX.	81
Tabela 144 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XX.....	81
Tabela 145 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XX..	82
Tabela 146 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XXI.....	82
Tabela 147 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XXI.	82
Tabela 148 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XXII....	82
Tabela 149 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XXII	83
Tabela 150 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XXIII...	83
Tabela 151 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XXIII	83
Tabela 152 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XXIV ..	83
Tabela 153 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XXIV	84
Tabela 154 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XXV ...	84

Tabela 155 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XXV84	
Tabela 156 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XXVI ..	84
Tabela 157 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XXVI	85
Tabela 158 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XXVII ..	85
Tabela 159 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XXVII	86
Tabela 160 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XXVIII	86
Tabela 161 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XXVIII	87
Tabela 162 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XXIX ..	87
Tabela 163 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XXIX	87
Tabela 164 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XXX ...	88
Tabela 165 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XXX88	
Tabela 166 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XXXI ..	88
Tabela 167 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XXXI	89

1. INTRODUÇÃO

A utilização dos recursos naturais pelo homem tem transformado a terra mais do que qualquer outra atividade já vista. Isto pode gerar uma situação de crise ambiental, social e cultural, especialmente quando nos referimos aos recursos hídricos.

Com a provável perda da capacidade produtiva do sistema econômico vigente e consequente deterioração dos recursos da terra, devem-se repensar as maneiras de exploração dos recursos naturais.

A gestão do território, através de regulamentações e diretrizes, tenta buscar uma possível sustentabilidade para o desenvolvimento da sociedade, revendo as relações do homem com a natureza e implementando processos de planejamento e gestão ambiental e do território (GONÇALVES, 2009).

Os trabalhos já existentes e que servirão para embasar este trabalho atuam em distintos recortes territoriais e formas de ocupação (regiões administrativas, eixos de integração, unidades pedológicas e geológicas, uso e ocupação do solo, etc.), implicando em uma demanda por uma visão regional, sendo necessário pensar mecanismos de articulação e compatibilidade dos instrumentos de gestão territorial nas diferentes escalas de atuação.

Captar essa multiplicidade de recortes e analisar as tendências dentro da perspectiva territorial regional e das questões de disponibilidade e demanda hídrica subterrânea passa, necessariamente, por uma integração de informações presente em estudos já realizados e levantamentos que serão feitos no âmbito desta consultoria.

Como o Distrito Federal tem atribuições de Estado e de Município, a ADASA atua na regulação simultânea da água (atribuição do Estado) e dos serviços de saneamento básico (atribuição do município), acompanhando, regulando e fiscalizando o ciclo completo do uso da água, com especial atenção na sua retirada e na devolução ao corpo hídrico.

A regulamentação e atenção na retirada estão diretamente ligadas aos objetivos deste estudo do cálculo da reserva e disponibilidade hídrica subterrânea, utilizando como base as unidades de planejamento denominadas Regiões Administrativas.

O primeiro passo foi a elaboração de um sistema de informações geográficas que incorporasse boa parte da base de dados disponibilizada pela ADASA. Com isso foi possível realizar o mapeamento e delimitação dos aquíferos, tomando como base estudos já existentes

Após esta fase foi realizada a interpolação dos dados de reserva e disponibilidade presente nos estudos existentes, subdividindo as áreas para cada região administrativa e mapeando os diferentes usos e ocupações do solo (áreas urbanas/impermeabilizadas e áreas rurais/permeáveis). Nesta fase foi elaborada uma metodologia para definição de áreas de acordo com seu grau de impermeabilização.

Por fim, com o resultado destas análises foi possível elaborar o diagnóstico e proposta de gestão dos recursos hídricos subterrâneos, considerando o uso e ocupação do solo e realizando cálculos que servirão de base para o planejamento das ações de regulamentação do uso das águas subterrâneas para cada região administrativa do Distrito Federal.

2. ESTRUTURAÇÃO DO SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS E METODOLOGIA DE TRATAMENTO E ANÁLISE DOS DADOS

Os fenômenos do espaço, inclusive os que ocorrem no subsolo, quase sempre podem ser materializados em representações cartográficas por meio de técnicas matemáticas e computacionais traduzidas sob o termo de geoprocessamento e aplicadas em Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

Com relação aos trabalhos no campo da hidrogeologia, essa cartografia pode definir áreas com maior ou menor suscetibilidade à ocorrência de reservas de água, grau de impermeabilização para recarga de aquíferos, áreas com vulnerabilidade à contaminação ou escassez, além de direcionar as ações de gestão dos recursos hídricos.

O entendimento conceitual de um SIG inclui tanto os fenômenos estáticos quanto os eventos dinâmicos, sendo que a localização e outras características dos fenômenos também são medidas sobre o tempo. Um SIG inclui a representação das “coisas” sendo medidas, que são, normalmente, estruturadas na forma de temas, entidades e relacionamentos (LISBOA FILHO & IOCHPE, 1999, p. 74).

No escopo desta consultoria, os fenômenos estáticos, quase sempre compostos pelos elementos físicos da natureza, em especial os componentes da hidrogeologia, pedologia e hidrologia, formam um conjunto de camadas que, apesar de não variarem em um curto espaço de tempo, quando falamos de sua composição física, podem variar com relação às quantidades de água armazenadas em suas reservas.

Por outro lado, temos uma gama de componentes e elementos do espaço que possuem uma dinâmica extremamente variável, como o uso do solo, população, grau de impermeabilização e consumo de água, devendo estes componentes passar por constante atualização de suas informações.

2.1. Parâmetros do Sistema de Informações Geográficas

Após a análise preliminar e definição da metodologia de elaboração do diagnóstico e proposta de gestão dos recursos hídricos subterrâneos do Distrito Federal, partiu-se para a estruturação do Sistema de Informações Geográficas.

Foi estabelecida, por referência da CONCAR (Comissão Nacional de Cartografia), a utilização do Sistema de Coordenadas Geográficas SIRGAS 2000, padrão brasileiro para dados cartográficos. O padrão de coordenadas utilizado no sistema foi o de coordenadas planas UTM (Universal Transversa de Mercator), Zona 23S, assim, todos os dados fora deste padrão tiveram que ser convertidos para posterior inserção no sistema.

O SIG foi criado no pacote de programas ArcGIS® 10.1 por meio de um Geodatabase e dividido em datasets que contemplam os dados de hidrogeologia, recursos hídricos, bases territoriais do ZEE do Distrito Federal, incluindo as Regiões Administrativas, dados do IBGE, uso do solo atualizado através da utilização de imagens do satélite CEBERS 4, banda pancromática com composição colorida e resolução espacial de 10 metros, etc.

2.2. Metodologia de tratamento e análise dos dados

Após construção e configuração do SIG foram inseridos os dados georreferenciados referentes às diferentes temáticas do estudo. No *dataset* denominado “Bases” foram inseridos os dados dos limites administrativos, Regiões Administrativas (RA), setores do IBGE, limite oficial do Distrito Federal, rodovias, ferrovias, vias urbanas, outorgas e dados do ZEE do Distrito Federal, incluindo o uso e ocupação do solo, posteriormente atualizado por meio de imagens de satélite. No *dataset* “Dados_Físicos” foram inseridos os sistemas aquíferos (divididos em porosos e fraturados), relevo, hidrografia, lagos, reservatórios e bacias hidrográficas.

De posse da última revisão dos dados de disponibilidade hídrica, calculados com base no relatório “GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS NO DISTRITO FEDERAL: DIRETRIZES, LEGISLAÇÃO, CRITÉRIOS TÉCNICOS, SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA E OPERACIONALIZAÇÃO” (ADASA, 2007), que traz vários dados sobre a disponibilidade e demanda hídrica em todos os sistemas aquíferos que incidem no Distrito Federal, inclusive a quantidade de água explotável, foi feita a junção destas informações com a camada referente à hidrogeologia dos sistemas poroso e fraturado.

A tabela com os dados disponibilizada em formato *xls* (Excel®) foi exportada para o SIG e convertida em *dbf* (Data Base File). Após a conversão definiu-se uma chave primária para a leitura simultânea na tabela e na camada no SIG para a realização da junção utilizando a opção *join*, para isso foi utilizado o código dos

sistemas aquíferos. Tal procedimento foi realizado com as tabelas e camadas dos aquíferos porosos e fraturados, resultando em uma camada de informações contendo a delimitação georreferenciada dos sistemas aquíferos e todos os dados de disponibilidade hídrica e vazão explorada em cada sistema. Tal etapa estava prevista no TR, referente ao mapeamento e delimitação dos aquíferos por meio de georreferenciamento, tomando como base os estudos e normas já existentes.

O próximo passo previsto no TR foi a realização da interpolação dos dados de reserva e disponibilidade dos estudos existentes, bem como algumas atualizações desses estudos que foram disponibilizadas, para as subdivisões a serem elaboradas para cada região administrativa e para os diferentes usos e ocupações do solo (áreas urbanas/impermeabilizadas e áreas rurais/permeáveis).

Para esta etapa a delimitação das Regiões Administrativas (RA) foi inserida no SIG e sobreposta às camadas dos sistemas aquíferos. Nesta sobreposição percebeu-se uma incompatibilidade entre a delimitação das RA com o limite oficial do Distrito Federal existente no IBGE (2010), assim, ajustes foram feitos nos limites das RA, o que causou pequenas diferenças nas áreas em comparação com os estudos anteriores.

Após a sobreposição e ajuste foi realizado o procedimento denominado *identity*, que calcula interseções geométricas das características da camada de entrada, no caso os sistemas aquíferos, e características de identidade, no caso as RA. Os recursos de entrada ou partes dele que se sobrepõem às características da identidade irão obter os atributos dessas características.

Desse modo foi possível calcular a área de incidência de cada sistema aquífero em cada Região Administrativa, definindo os dados para os cálculos de reserva renovável, reserva permanente, reserva permanente disponível e reserva explorável.

Para o cálculo da utilização dos recursos hídricos foi inserida a camada contendo as outorgas de uso subterrâneo que foram sobrepostas às camadas dos sistemas aquíferos para que fosse calculado o número de poços por sistema, por região administrativa, etc. Este procedimento foi realizado utilizando o comando *spatial join*, que associa atributos de uma camada com outra baseada no relacionamento espacial. As camadas de destino e os atributos da camada de junção são gravados na classe de recurso de saída.

O processo *identity* foi repetido utilizando a camada de uso de solo como entidade, inserindo os atributos em uma camada contendo as delimitações das RA e dos sistemas aquíferos, resultando em cálculos de disponibilidade e uso dos recursos hídricos de acordo com o mapeamento de uso do solo e especialmente a identificação das áreas com maior grau de impermeabilização.

Mas antes foi preciso atualizar o mapeamento de uso do solo realizado em 2009 para os estudos do ZEE do Distrito Federal, para isso foram utilizadas imagens do satélite CEBRS 4, bandas pancromáticas (B02: 0,52-0,59 μ m; B03:0,63-0,69 μ m; B04: 0,77-0,89 μ m) com dez metros de resolução espacial, datadas de julho/agosto de 2016, onde foi realizada uma composição colorida (RGB), posteriormente classificada pelo método supervisionado por máxima verossimilhança, precedida de uma classificação não supervisionada para melhor reconhecimento dos alvos.

A atualização do uso do solo também serviu de base para o mapeamento das áreas impermeáveis e permeáveis. Para isso criou-se uma metodologia de classificação de graus de impermeabilização de acordo com o uso do solo. As áreas rurais e áreas urbanas sem nenhum tipo de construção foram classificadas como muito baixo grau de impermeabilização. As áreas rurais classificadas como chácaras, com densidade de construções maior que as áreas agrícolas, foram classificadas como baixo grau de impermeabilização. As áreas rurais com uso intensivo (aviários e suinocultura), as áreas destinadas às atividades de mineração e as estradas não pavimentadas foram classificadas com médio grau de impermeabilização, assim como as áreas urbanas com densidade baixa de construções. Por fim, as áreas com alto e muito alto grau de impermeabilização foram as áreas urbanas classificadas de acordo com o médio e alto grau de densidade de construções, além das estradas pavimentadas.

Após a definição das áreas de acordo com o grau de impermeabilização foi realizado o mesmo procedimento de identificação (*identity*) com a camada dos sistemas aquíferos, resultando em áreas e percentuais de impermeabilização por sistema aquífero e região administrativa.

Os resultados das operações de geoprocessamento geraram camadas de informações variadas e imprescindíveis para a proposta de gestão dos recursos hídricos subterrâneos para o distrito federal, considerando as Regiões Administrativas, o uso e ocupação do solo e a impermeabilização para cada sistema aquífero do Distrito Federal.

3. MAPEAMENTO E DELIMITAÇÃO DOS AQUÍFEROS

O Distrito Federal está situado no limite entre as províncias hidrogeológicas do Escudo Central e do São Francisco, amplamente dominada por aquíferos fraturados e físsuro-cársticos recobertos por solos e rochas alteradas com características físicas e espessuras variáveis, compondo sistemas aquíferos denominados porosos (ADASA, 2007).

Por serem sistemas sobrepostos e diferentes, o domínio freático e o domínio fraturado possuem mapas individuais, por ser difícil a clara representação cartográfica. Assim, neste estudo dividiremos as análises pelo tipo de sistema.

3.1. Domínio freático

O mapeamento e delimitação dos aquíferos de domínio freático (Tabela 1 e Figura 1), onde a água ocupa os poros entre os minerais constituintes do material geológico (rocha ou solo), foram realizados conforme descrição presente no item 2.2, onde, após inserção das respectivas camadas de informações, foram feitas alterações e análises por meio de técnicas de geoprocessamento.

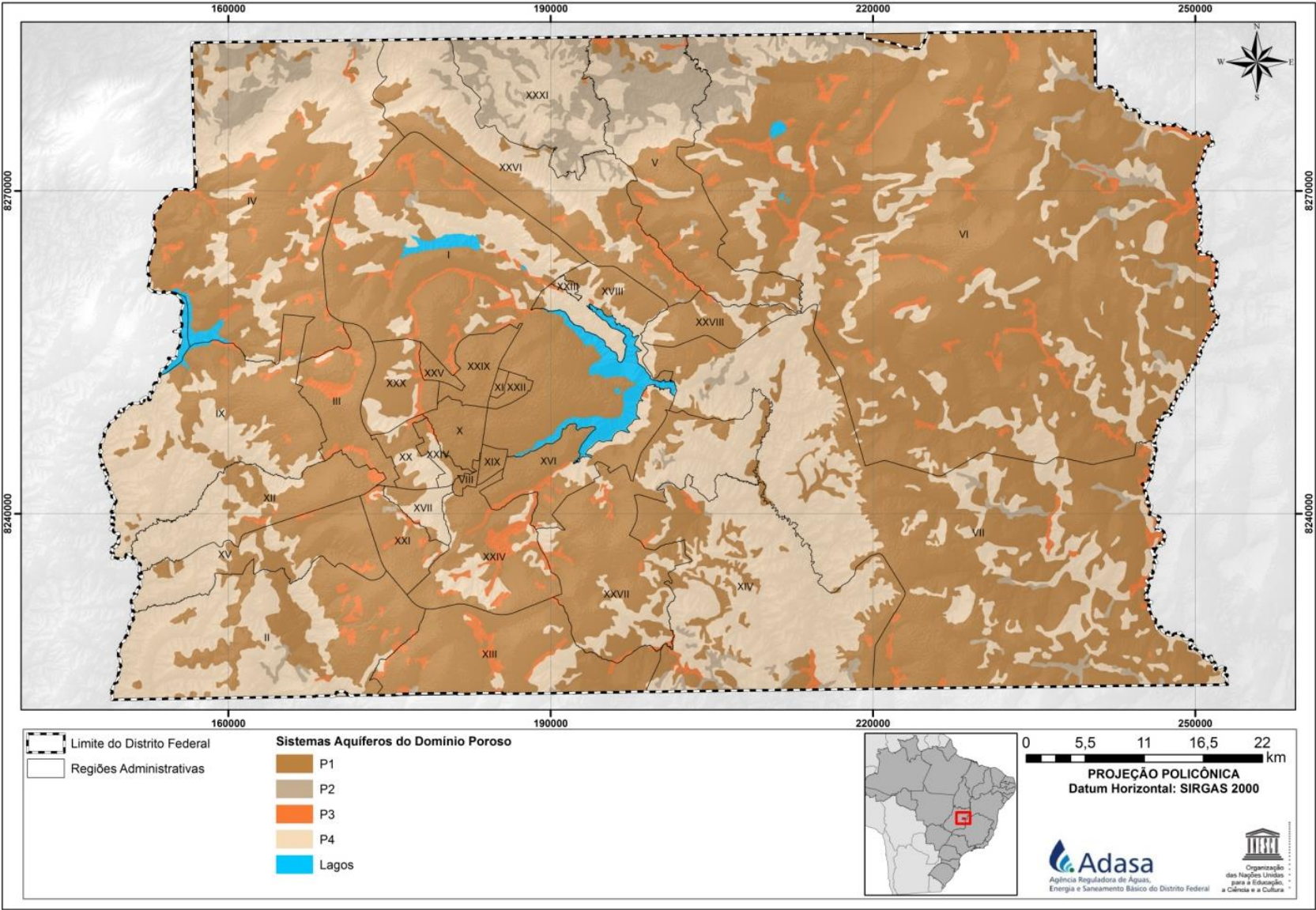
Por ser um domínio essencialmente representado pelos solos e pelo manto de alteração das rochas, pelo menos nos limites do Distrito Federal, o mapa dos domínios freáticos são derivados do mapa de solos, destacando parâmetros como a espessura saturada (b) e a condutividade hidráulica (K), diretamente controladas pela geologia e pela geomorfologia onde cada tipo de solo está inserido.

Tabela 1 – Sistemas/Subsistemas dos aquíferos de domínio freático do Distrito Federal com respectivas vazões médias

Domínio	Sistema	Subsistema	Vazão média (m ³ /h)	Litologia/solo predominante
Freático	Sistema P ₁	Deverão ser definidos com o detalhamento da cartografia hidrogeológica.	< 0,8	Latossolos Arenosos e Neossolos Quartzarênicos.
	Sistema P ₂		< 0,5	Latossolo Argilosos.
	Sistema P ₃			Plintossolos e Argissolos.
	Sistema P ₄		< 0,3	Cambissolo e Neossolo Litólico.

Fonte: ADASA (2007)

Figura 1 – Sistemas dos aquíferos de domínio freático do Distrito Federal



A camada representada neste mapa serviu de base para o mapeamento e interpolação dos dados de reserva e disponibilidade hídrica do sistema aquífero poroso e seus subsistemas, inclusive para as subdivisões elaboradas para cada Região Administrativa e para os diferentes usos e ocupações do solo.

Os cálculos de reserva, disponibilidade e utilização dos recursos hídricos dos sistemas porosos levou em consideração os parâmetros estabelecidos em ADASA (2007). Os dados de área de cada um dos sistemas, já considerando a correlação entre grupo hidrológico de solo, com os sistemas do Domínio Poroso, espessura saturada de cada conjunto estão apresentados na Tabela 2. Para efeito dos cálculos foi considerada uma altura pluvial média (no tempo e no espaço) de 1.450 mm por ano, ou 1,45 m por ano ou ainda $1,45 \times 10^{-3}$ km por ano. Os resultados gerais dos cálculos estão nas Tabelas 3 e 4, utilizada para junção com a camada dos sistemas aquíferos e posterior cálculo de acordo com a área de gestão (RA's e uso do solo).

Tabela 2 – Área, espessura saturada média, porosidade total média e porosidade efetiva média determinadas para cada sistema do Domínio Poroso do Distrito Federal.

Domínio Poroso Grupo Hidrológico	Área - m²	b - m	η - %	ηe - %
A - Sistema P1	3.424.026.944	25	35	10
B - Sistema P2	255.864.021	15	30	12
C - Sistema P3	232.484.642	10	25	5
D - Sistema P4	1.809.928.596	1	20	3
Superfície D'água	55.775.842	-	--	-
Total	5.778.080.045	-	-	-

Fonte: Adaptado de ADASA (2007)

Tabela 3 – Reservas hídricas do sistema poroso do Distrito Federal.

Domínio Poroso Grupo Hidrológico	Área (A) (m²)	RP¹	RR ²	Explotável (RE) (m³/ano)
Sistema P1	3.426.014.800	8.565.037.000	1.241.930.365	1.241.930.365
Sistema P2	250.440.600	450.793.080	72.627.774	72.627.774
Sistema P3	40.516.500	20.258.250	5.874.893	5.874.893
Sistema P4	2.016.059.100	60.481.773	146.164.285	146.164.285
TOTAL	5.733.031.000	9.096.570.103	1.466.597.316	1.466.597.316

¹Reserva permanente: $RP = A \cdot b \cdot \eta_e - m^3$

²Reserva renovável: $RR = A \cdot 1,45 \cdot Re$

³Referente à vazão retirada de 1.499 poços

Tabela 4 – Volume explotável, volume utilizado e disponível do sistema poroso do Distrito Federal.

Domínio Poroso Grupo Hidrológico	Explotável (RE) (m³/ano)	Vazão anual ³ (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada
Sistema P1	1.241.930.365	2.617.373	1.239.312.992	0,211
Sistema P2	72.627.774	138.350	72.489.424	0,190
Sistema P3	5.874.893	197.668	5.677.225	3,365
Sistema P4	146.164.285	250.240	145.914.045	0,171
TOTAL	1.466.597.316	3.203.630	1.463.393.686	0,218

³Referente à vazão retirada de 1.499 poços

A soma das áreas dos cálculos podem apresentar pequenas variações de acordo com a delimitação em que foram baseadas.

3.2. Domínio fraturado e fissuro-cárstico

Os sistemas aquíferos dos domínios fraturado e fissuro-cárstico foram mapeados, delimitados e estão apresentados na Tabela 5 e Figura 2, caracterizados pelos meios rochosos, onde os espaços ocupados pela água são representados por descontinuidades planares, ou seja, planos de fraturas, microfraturas, diáclases, juntas, zonas de cisalhamento e falhas.

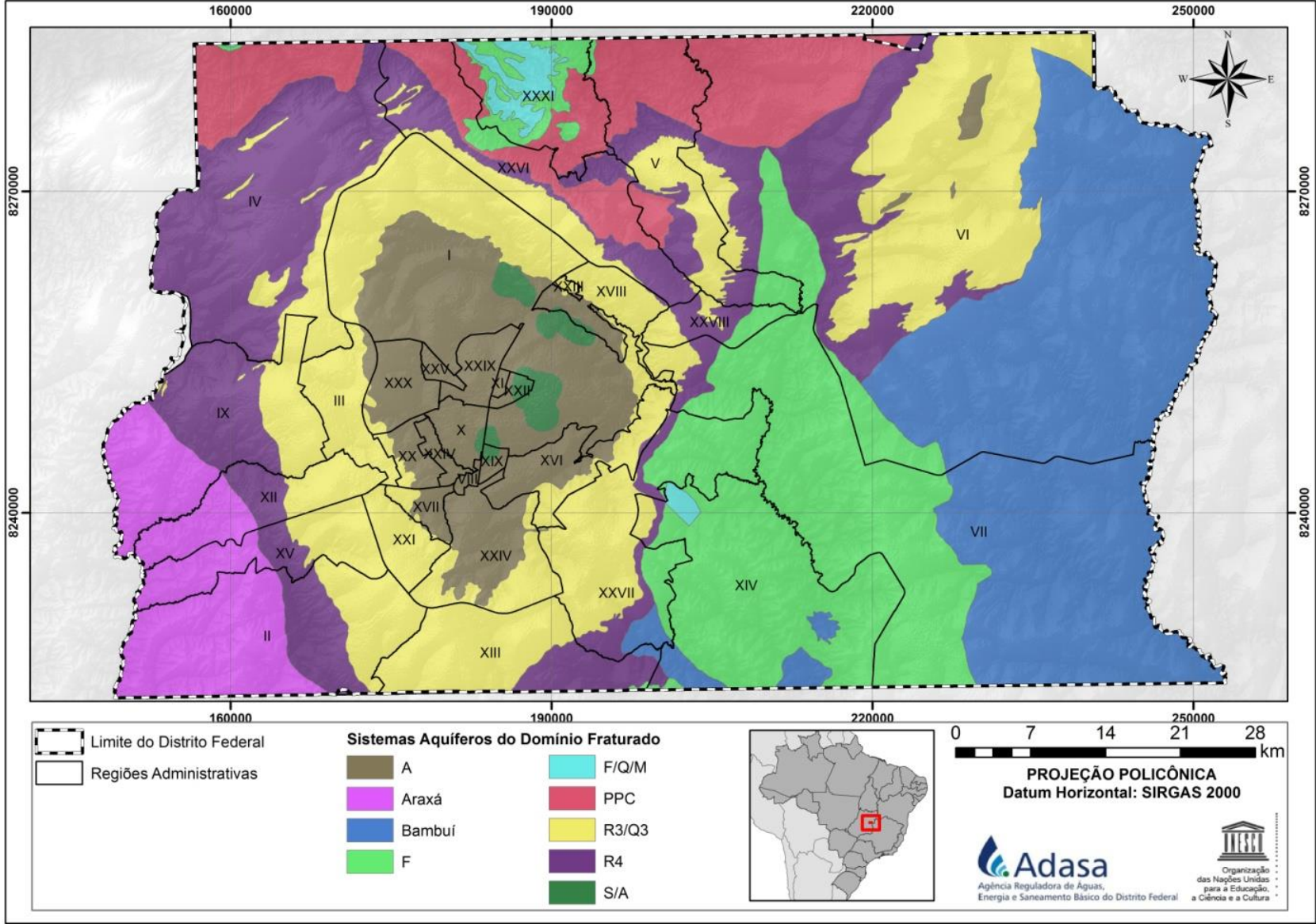
No domínio fraturado estão presentes os sistemas aquíferos Paranoá, Canastra, Araxá e Bambuí. A classificação foi feita com base no conhecimento geológico, análise estatística dos dados de vazões e feições estruturais. O Sistema Paranoá foi subdividido nos seguintes subsistemas: S/A, A, R3/Q3 e R4, enquanto o Sistema Canastra é integrado pelo Subsistema F. O domínio fissuro-cárstico está representado pelo Sistema Paranoá, que inclui o subsistema **PPC**, e pelo Sistema Canastra, associado ao Subsistema **F/Q/M** (ADASA, 2007).

Tabela 5 – Sistemas/Subsistemas dos aquíferos de domínio fraturado e fissuro-cárstico do Distrito Federal com respectivas vazões médias

Domínio	Sistema	Subsistema	Vazão média (m³/h)	Litologia/solo predominante
Fraturado	Paranoá	S/A	12,5	Metassiltitos.
		A	4,5	Ardósias.
		R₃/Q₃	12,0	Quartzitos e metarritmitos arenosos.
		R₄	6,5	Metarritmitos argilosos.
	Canastra	F	7,5	Filitos micáceos.
	Bambuí	-	6,0	Siltitos e arcóseos.
	Araxá	-	3,5	Mica xistos.
Físsuro-Cárstico	Paranoá	PPC	9,0	Metassiltitos e lentes de mármore.
	Canastra	F/Q/M	33,0	Calcifilitos, quartzitos e mármore.

Fonte: ADASA (2007)

Figura 2 – Sistemas dos aquíferos de domínio fraturado e fissuro-cárstico do Distrito Federal



A camada representada neste mapa serviu de base para o mapeamento e interpolação dos dados de reserva e disponibilidade hídrica do sistema aquífero fraturado, fissuro-cárstico e seus subsistemas, inclusive para as subdivisões elaboradas para cada Região Administrativa e para os diferentes usos e ocupações do solo.

Os cálculos de reserva, disponibilidade e utilização dos recursos hídricos dos sistemas porosos levou em consideração os parâmetros estabelecidos em ADASA (2007). Os valores apresentados na Tabela 6 trazem uma segmentação dos sistemas e subsistemas em função do aumento progressivo da profundidade, uma vez que o índice de fraturas interconectadas diminui com o aumento da pressão de soterramento.

Os resultados gerais dos cálculos por subsistema estão nas Tabelas 7 e 8 e levam em consideração, além dos cálculos de reserva e disponibilidade, a utilização dos recursos hídricos atuais, com volume que é explorado atualmente, esses resultados serviram de base para os cálculos por área de gestão, sendo que os valores totais podem variar um pouco dependendo da base utilizada.

Tabela 6 – Parâmetros utilizados para as estimativas das reservas hídricas nos sistemas / subsistemas aquíferos fraturados no Distrito Federal

Sistema / Subsistema	Início do Intervalo	Fim do Intervalo	Δb (m)	I_{fi} (%)	Início Intervalo	Fim Intervalo	Δb (m)	I_{fi} (%)
Subsistema S/A	40	100	60	2,0	100	160	60	1,0
Subsistema A	40	90	50	0,5	90	140	50	0,3
Subsistema R3/Q3	50	120	70	3,5	120	180	60	2,0
Subsistema R4	30	100	70	1,0	100	150	50	0,4
Subsistema PPC	60	120	60	3,0	120	180	60	2,5
Subsistema F	40	90	50	0,5	90	170	80	0,3
Subsistema F/Q/M	70	140	70	3,5	140	200	60	2,0
Sistema Araxá	30	80	50	1,5	80	140	60	0,7
Sistema Bambuí	40	110	70	1,0	110	170	60	0,4

Fonte: ADASA (2007)

Tabela 7 – Reservas hídricas do sistema fraturado e fissuro-cárstico do Distrito Federal.

Domínio Fraturado		Área (A) m²	Renováveis(RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável(RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$
Paranoá	S/A	50.291.500	7.292.268	90.524.700	9.052.470	16.344.738
	A	525.943.200	38.130.882	210.377.280	16.830.182	54.961.064
	R3/Q3	1.391.024.700	242.038.298	5.077.240.155	609.268.819	851.307.116
	R4	957.780.800	111.102.573	862.002.720	86.200.272	197.302.845
	PPC	445.317.400	45.199.716	1.469.547.420	146.954.742	192.154.458
Canastra	F	898.772.600	65.161.014	440.398.574	22.019.929	87.180.942
	F/Q/M	44.943.200	6.516.764	164.042.680	19.685.122	26.201.886
BambuÍ		1.142.621.200	132.544.059	1.074.063.928	85.925.114	218.469.173
Araxá		332.482.500	24.104.981	389.004.525	19.450.226	43.555.208
Total		5.789.177.100	672.090.554	9.777.201.982	1.015.386.876	1.687.477.430

Tabela 8 – Volume explotável, volume utilizado e disponível do sistema fraturado e fissuro-cárstico do Distrito Federal.

Domínio Fraturado		Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada
Paranoá	S/A	16.344.738	53	562.623	15.782.115	3,44
	A	54.961.064	414	3.975.114	50.985.950	7,23
	R3/Q3	851.307.116	1.218	25.444.902	825.862.214	2,99
	R4	197.302.845	636	14.307.989	182.994.856	7,25
	PPC	192.154.458	129	5.738.147	186.416.311	2,99
Canastra	F	87.180.942	229	6.213.867	80.967.075	7,13
	F/Q/M	26.201.886	26	1.472.029	24.729.857	5,62
BambuÍ		218.469.173	160	2.856.073	215.613.101	1,31
Araxá		43.555.208	67	3.083.937	40.471.271	7,08
Total		1.687.477.430	2.932	63.654.679	1.623.822.751	3,77

4. INTERPOLAÇÃO DOS DADOS DE RESERVA E DISPONIBILIDADE HÍDRICA PARA AS REGIÕES ADMINISTRATIVAS

Diferentemente dos estados do país, o Distrito Federal não é dividido em cidades e bairros, portanto não há prefeituras. A capital é composta por **31 Regiões Administrativas (RA's)** oficialmente constituídas como dependentes do Governo de Brasília. Para cada RA foram realizados cálculos das reservas e disponibilidade de água subterrânea.

Os dados foram trabalhados de acordo com o sistema aquífero, divididos em domínio poroso e o domínio fraturado, onde foram levantadas as reservas permanentes, renováveis e exploráveis, além da vazão anual retirada, número de poços e percentual de utilização do sistema dentro da RA, resultando no volume disponível para cada região de acordo com o sistema.

Os valores apresentados nas tabelas a seguir deverão ser levados em consideração para o planejamento e gestão dos recursos hídricos subterrâneos, realizando assim uma análise territorial de acordo com regiões de análise, com objetivo de melhorar a escala de apresentação e controle dos dados de reserva explorável e vazão utilizada.

4.1. RA I - BRASÍLIA

Tabela 9 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA I

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	766.757.633	111.179.857	111.179.857	31	78.521	111.101.336	0,07	306.703.053
P2	2.222.388	358.051	358.051	-	-	358.051	-	1.234.660
P3	12.512.230	3.628.547	3.628.547	-	-	3.628.547	-	25.024.460
P4	2.055.017	4.966.292	4.966.292	3	2.796	4.963.496	0,06	68.500.580
TOTAL	783.547.268	120.132.747	120.132.747	34	81.317	120.051.430	0,07	401.462.752

Tabela 10 – Reservas hídricas dos aquíferos de sistema fraturado da RA I

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$
A	17.096.189	94.323.801	7.545.904	24.642.093
R3/Q3	29.879.460	626.781.778	75.213.813	105.093.273
R4	164	1.275	128	292
S/A	6.000.725	74.491.760	7.449.176	13.449.901
Total	52.976.539	795.598.614	90.209.021	143.185.560

Tabela 11 – Volume utilizado e disponível dos aquíferos de sistema fraturado da RA I

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
A	24.642.093	106	1.040.400	23.601.693	4,22	235.809.503
R3/Q3	105.093.273	15	318.327	104.774.947	0,30	171.721.035
R4	292	-	-	292	-	1.417
S/A	13.449.901	58	447.015	13.002.886	3,32	41.384.311
Total	143.185.560	179	1.805.742	141.379.817	1,26	448.916.266

4.2. RA II - GAMA

Tabela 12 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA II

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	292.103.233	42.354.969	42.354.969	193	497.301	41.857.668	1,17	116.841.293
P2	6.549.963	1.055.272	1.055.272	-	-	1.055.272	-	3.638.868
P3	3.658.688	1.061.020	1.061.020	11	17.970	1.043.050	1,69	7.317.376
P4	4.449.805	10.753.696	10.753.696	34	34.950	10.718.746	0,33	148.326.837
TOTAL	306.761.688	55.224.956	55.224.956	238	550.220	54.674.735	1,00	276.124.374

Tabela 13 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA II

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$
Araxá	11.381.075	183.667.002	9.183.350	20.564.425
R3/Q3	11.053.603	231.871.550	27.824.586	38.878.189
R4	6.451.983	50.058.485	5.005.849	11.457.831
Total	28.886.660	465.597.037	42.013.785	70.900.445

Tabela 14 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA II

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
Araxá	20.564.425	45	1.387.772	19.176.653	6,75	156.980.343
R3/Q3	38.878.189	158	3.353.040	35.525.149	8,62	63.526.452
R4	11.457.831	66	1.422.180	10.035.651	12,41	55.620.539
Total	70.900.445	269	6.162.991	64.737.454	8,69	276.127.335

4.3. RA III - TAGUATINGA**Tabela 15 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA III**

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	133.838.570	19.406.593	19.406.593	16	40.450	19.366.142	0,21	53.535.428
P3	4.871.748	1.412.807	1.412.807	7	10.782	1.402.025	0,76	9.743.497
P4	31.533	76.205	76.205	-	-	76.205	-	1.051.110
TOTAL	138.741.852	20.895.605	20.895.605	23	51.232	20.844.373	0,25	64.330.035

Tabela 16 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA III

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$
A	340.083	1.876.319	150.105	490.188
R3/Q3	10.377.227	217.683.219	26.121.986	36.499.214
Total	10.717.310	219.559.538	26.272.092	36.989.402

Tabela 17 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA III

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
A	490.188	1	9.815	480.373	2,00	4.690.797
R3/Q3	36.499.214	38	806.427	35.692.786	2,21	59.639.238
Total	36.989.402	39	816.242	36.173.160	2,21	64.330.035

4.4. RA IV - BRAZLÂNDIA

Tabela 18 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA IV

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	582.649.203	84.484.134	84.484.134	90	230.805	84.253.330	0,27	233.059.681
P2	66.257.391	10.674.802	10.674.802	-	-	10.674.802	-	36.809.662
P3	11.020.613	3.195.978	3.195.978	11	17.970	3.178.008	0,56	22.041.225
P4	5.021.812	12.136.045	12.136.045	15	15.378	12.120.667	0,13	167.393.721
TOTAL	664.949.018	110.490.959	110.490.959	116	264.152	110.226.806	0,24	459.304.289

Tabela 19 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA IV

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$
F	66.921	452.292	22.615	89.535
F/Q/M	44.435	1.118.530	134.224	178.658
PPC	9.009.352	292.914.879	29.291.488	38.300.839
R3/Q3	9.689.195	203.250.345	24.390.041	34.079.236
R4	37.041.749	287.392.877	28.739.288	65.781.036
Total	55.851.650	785.128.923	82.577.655	138.429.305

Tabela 20 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA IV

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
F	89.535	-	-	89.535	-	923.045
F/Q/M	178.658	-	-	178.658	-	306.447
PPC	38.300.839	14	456.443	37.844.396	1,19	88.762.084
R3/Q3	34.079.236	16	339.548	33.739.688	1,00	55.685.026
R4	65.781.036	95	2.047.077	63.733.960	3,11	319.325.419
Total	138.429.305	125	2.843.069	135.586.237	2,05	465.002.021

4.5. RA V - SOBRADINHO

Tabela 21 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA V

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	222.478.718	32.259.414	32.259.414	5	11.897	32.247.517	0,04	88.991.487
P2	96.699.600	15.579.380	15.579.380	5	5.534	15.573.846	0,04	53.722.000
P3	3.374.063	978.478	978.478	2	3.594	974.884	0,37	6.748.126
P4	1.464.907	3.540.193	3.540.193	1	1.398	3.538.795	0,04	48.830.243
TOTAL	324.017.289	52.357.465	52.357.465	13	22.423	52.335.042	0,04	198.291.856

Tabela 22 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA V

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$
F	1.057.653	7.148.278	357.414	1.415.067
PPC	8.806.099	286.306.657	28.630.666	37.436.764
R3/Q3	8.413.084	176.481.355	21.177.763	29.590.846
R4	5.636.775	43.733.596	4.373.360	10.010.134
Total	23.913.610	513.669.886	54.539.202	78.452.812

Tabela 23 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA V

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
F	1.415.067	-	-	1.415.067	-	14.588.323
PPC	37.436.764	28	912.887	36.523.877	2,44	86.759.593
R3/Q3	29.590.846	88	1.867.516	27.723.331	6,31	48.351.056
R4	10.010.134	30	646.445	9.363.689	6,46	48.592.884
Total	78.452.812	146	3.426.848	75.025.964	4,37	198.291.856

4.6. RA VI - PLANALTINA

Tabela 24 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA VI

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	2.895.070.680	419.785.249	419.785.249	173	442.574	419.342.675	0,11	1.158.028.272
P2	109.614.424	17.660.102	17.660.102	6	8.301	17.651.801	0,05	60.896.902
P3	35.548.338	10.309.018	10.309.018	16	25.158	10.283.860	0,24	71.096.676
P4	7.316.557	17.681.680	17.681.680	11	11.184	17.670.496	0,06	243.885.235
TOTAL	3.047.549.999	465.436.048	465.436.048	206	487.217	464.948.831	0,10	1.533.907.086

Tabela 25 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA VI

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$
A	847.215	4.674.292	373.943	1.221.159
BambuÍ	80.742.233	654.290.512	52.343.241	133.085.474
F	6.226.786	42.084.484	2.104.224	8.331.010
PPC	14.896.514	484.320.152	48.432.015	63.328.529
R3/Q3	68.351.464	1.433.809.449	172.057.134	240.408.598
R4	23.509.214	182.399.071	18.239.907	41.749.121
Total	194.573.426	2.801.577.961	293.550.465	488.123.891

Tabela 26 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA VI

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
A	1.221.159	12	117.781	1.103.378	9,65	11.685.730
BambuÍ	133.085.474	119	1.751.921	131.333.554	1,32	696.053.736
F	8.331.010	24	404.154	7.926.856	4,85	85.886.702
PPC	63.328.529	30	978.093	62.350.436	1,54	146.763.682
R3/Q3	240.408.598	111	2.355.616	238.052.982	0,98	392.824.507
R4	41.749.121	62	1.335.987	40.413.134	3,20	202.665.635
Total	488.123.891	358	6.943.552	481.180.339	1,42	1.535.879.992

4.7. RA VII - PARANOA

Tabela 27 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA II

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	1.174.019.031	170.232.760	170.232.760	32	80.901	170.151.859	0,05	469.607.613
P2	36.070.838	5.811.413	5.811.413	-	-	5.811.413	-	20.039.354
P3	6.951.947	2.016.065	2.016.065	-	-	2.016.065	-	13.903.894
P4	8.894.046	21.493.944	21.493.944	11	11.184	21.482.760	0,05	296.468.198
Total	1.225.935.862	199.554.181	199.554.181	43	92.085	199.462.097	0,05	800.019.059

Tabela 28 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA II

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$
BambuÍ	46.524.630	377.009.934	30.160.795	76.685.425
F	26.933.018	182.030.053	9.101.503	36.034.521
R3/Q3	2.290.138	48.040.254	5.764.831	8.054.969
R4	1.650.988	12.809.391	1.280.939	2.931.927
Total	77.398.774	619.889.632	46.308.067	123.706.841

Tabela 29 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA VII

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
BambuÍ	76.685.425	57	839.155	75.846.269	1,09	401.074.398
F	36.034.521	91	1.532.417	34.502.104	4,25	371.489.903
R3/Q3	8.054.969	18	381.992	7.672.977	4,74	13.161.714
R4	2.931.927	20	430.964	2.500.964	14,70	14.232.657
Total	123.706.841	186	3.184.528	120.522.314	2,57	799.958.671

4.8. RA VIII – NÚCLEO BANDEIRANTES

Tabela 30 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA VIII

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	9.621.588	1.395.130	1.395.130	5	11.897	1.383.233	0,85	3.848.635
P4	397	959	959	-	-	959	-	13.233
Total	9.621.985	1.396.090	1.396.090	5	11.897	1.384.192	0,85	3.861.868

Tabela 31 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA VIII

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$
A	276.003	1.522.778	121.822	397.826
S/A	7.964	98.864	9.886	17.850
Total	283.967	1.621.641	131.709	415.676

Tabela 32 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA VIII

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) RE=RR+RPD	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
A	397.826	10	98.151	299.675	24,67	3.806.944
S/A	17.850	2	15.414	2.436	86,35	54.924
Total	415.676	12	113.565	302.111	27,32	3.861.868

4.9. RA IX - CEILÂNDIA

Tabela 33 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA IX

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	252.717.338	36.644.014	36.644.014	16	40.450	36.603.564	0,11	101.086.935
P2	644.673	103.864	103.864	-	-	103.864	-	358.152
P3	1.751.606	507.966	507.966	2	3.594	504.372	0,71	3.503.212
P4	3.956.772	9.562.199	9.562.199	16	16.776	9.545.423	0,18	131.892.400
Total	259.070.388	46.818.043	46.818.043	34	60.820	46.757.222	0,13	236.840.698

Tabela 34 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA IX

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) RE=RR+RPD
Araxá	6.207.840	100.181.691	5.009.085	11.216.924
R3/Q3	9.771.049	204.967.404	24.596.089	34.367.137
R4	11.173.106	86.687.891	8.668.789	19.841.895
Total	27.151.995	391.836.986	38.273.962	65.425.957

Tabela 35 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA IX

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) RE=RR+RPD	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
Araxá	11.216.924	8	246.715	10.970.209	2,20	85.625.377
R3/Q3	34.367.137	38	806.427	33.560.710	2,35	56.155.453
R4	19.841.895	74	1.594.565	18.247.330	8,04	96.319.879
Total	65.425.957	120	2.647.707	62.778.250	4,05	238.100.709

4.10. RA X - GUARÁ

Tabela 36 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA X

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta_e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	61.603.590	8.932.521	8.932.521	3	7.138	8.925.382	0,08	24.641.436
P3	212.531	61.634	61.634	-	-	61.634	-	425.063
P4	6.570	15.878	15.878	-	-	15.878	-	219.001
Total	61.822.692	9.010.032	9.010.032	3	7.138	9.002.894	0,08	25.285.500

Tabela 37 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA X

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$
A	1.704.901	9.406.348	752.508	2.457.408
S/A	256.596	3.185.333	318.533	575.130
Total	1.961.497	12.591.681	1.071.041	3.032.538

Tabela 38 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA X

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
A	2.457.408	26	255.193	2.202.216	10,38	23.515.871
S/A	575.130	3	23.121	552.008	4,02	1.769.630
Total	3.032.538	29	278.314	2.754.224	9,18	25.285.500

4.11. RA XI - CRUZEIRO

Tabela 39 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XI

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta_e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	6.933.397	1.005.343	1.005.343	-	-	1.005.343	-	2.773.359

Tabela 40 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XI

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$
A	201.069	1.109.344	88.747	289.816

Tabela 41 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XI

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) RE=RR+RPD	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
A	289.816	-	-	289.816	-	2.773.359

4.12. RA XII - SAMAMBAIA**Tabela 42 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XII**

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - RP=A*b*ηe - m³	Reserva renovável (RR) - RR=A*1,45*Re	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	120.270.621	17.439.240	17.439.240	9	23.794	17.415.446	0,14	48.108.248
P3	1.612.972	467.762	467.762	-	-	467.762	-	3.225.944
P4	1.505.393	3.638.034	3.638.034	4	4.194	3.633.840	0,12	50.179.781
Total	123.388.987	21.545.036	21.545.036	13	27.988	21.517.048	0,13	101.513.973

Tabela 43 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XII

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) RR=A*REF*1,45	Permanente (RP) (m³/ano) Rp=Rpr+Rpp	Reserva Permanente Disponível (RPD) RPD=RP*(%RPD/100)	Explotável (RE) (m³/ano) RE=RR+RPD
Araxá	3.306.352	53.357.683	2.667.884	5.974.236
R3/Q3	5.679.200	119.132.645	14.295.917	19.975.117
R4	2.699.324	20.943.032	2.094.303	4.793.627
Total	11.684.876	193.433.360	19.058.105	30.742.981

Tabela 44 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XII

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) RE=RR+RPD	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
Araxá	5.974.236	15	462.591	5.511.646	7,74	45.604.857
R3/Q3	19.975.117	17	360.770	19.614.347	1,81	32.639.081
R4	4.793.627	14	301.674	4.491.953	6,29	23.270.035
Total	30.742.981	46	1.125.035	29.617.946	3,66	101.513.973

4.13. RA XIII – SANTA MARIA

Tabela 45 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XIII

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	321.873.208	46.671.615	46.671.615	12	30.933	46.640.683	0,07	128.749.283
P2	1.598.054	257.464	257.464	-	-	257.464	-	887.808
P3	6.383.500	1.851.215	1.851.215	2	3.594	1.847.621	0,19	12.766.999
P4	448.482	1.083.831	1.083.831	-	-	1.083.831	-	14.949.388
Total	330.303.244	49.864.125	49.864.125	14	34.527	49.829.599	0,07	157.353.479

Tabela 46 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XIII

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$
BambuÍ	293.990	2.382.332	190.587	484.576
F	54.009	365.024	18.251	72.260
R3/Q3	19.609.000	411.338.208	49.360.585	68.969.584
R4	4.800.419	37.244.628	3.724.463	8.524.882
Total	24.757.417	451.330.193	53.293.886	78.051.302

Tabela 47 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XIII

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
BambuÍ	484.576	-	-	484.576	-	2.534.396
F	72.260	3	50.519	21.741	69,91	744.947
R3/Q3	68.969.584	70	1.485.524	67.484.061	2,15	112.695.400
R4	8.524.882	6	129.289	8.395.593	1,52	41.382.920
Total	78.051.302	79	1.665.332	76.385.970	2	157.357.663

4.14. RA XIV – SÃO SEBASTIÃO

Tabela 48 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XIV

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	226.507.566	32.843.597	32.843.597	9	23.794	32.819.803	0,07	90.603.026
P2	21.555.505	3.472.831	3.472.831	-	-	3.472.831	-	11.975.281
P3	3.979.948	1.154.185	1.154.185	2	3.594	1.150.591	0,31	7.959.896

P4	6.528.067	15.776.162	15.776.162	12	12.582	15.763.580	0,08	217.602.239
Total	258.571.086	53.246.776	53.246.776	23	39.970	53.206.806	0,08	328.140.442

Tabela 49 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XIV

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$
BambuÍ	3.520.827	28.530.836	2.282.467	5.803.293
F	20.173.019	136.341.785	6.817.089	26.990.109
F/Q/M	1.063.124	26.761.403	3.211.368	4.274.493
R3/Q3	1.125.333	23.606.116	2.832.734	3.958.067
R4	666.346	5.169.926	516.993	1.183.339
Total	26.548.649	220.410.066	15.660.651	42.209.300

Tabela 50 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XIV

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
BambuÍ	5.803.293	16	235.552	5.567.741	4,06	30.351.953
F	26.990.109	108	1.818.693	25.171.416	6,74	278.248.541
F/Q/M	4.274.493	25	1.415.412	2.859.080	33,11	7.331.891
R3/Q3	3.958.067	24	509.322	3.448.744	12,87	6.467.429
R4	1.183.339	5	107.741	1.075.598	9,10	5.744.362
Total	42.209.300	178	4.086.721	38.122.579	10	328.144.177

4.15. RA XV – RECANTO DAS EMAS

Tabela 51 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XV

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	147.938.870	21.451.136	21.451.136	12	30.933	21.420.204	0,14	59.175.548
P2	260.976	42.046	42.046	-	-	42.046	-	144.987
P3	1.010.867	293.151	293.151	-	-	293.151	-	2.021.734
P4	1.184.849	2.863.386	2.863.386	-	-	2.863.386	-	39.494.978
Total	150.395.562	24.649.720	24.649.720	12	30.933	24.618.787	0,13	100.837.247

Tabela 52 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XV

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$
Araxá	3.052.244	49.256.900	2.462.845	5.515.089
R3/Q3	7.349.869	154.178.290	18.501.395	25.851.264
R4	1.913.618	14.847.035	1.484.703	3.398.321

Total	12.315.731	218.282.224	22.448.943	34.764.674
--------------	-------------------	--------------------	-------------------	-------------------

Tabela 53 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XV

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) RE=RR+RPD	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
Araxá	5.515.089	32	986.860	4.528.229	17,89	42.099.914
R3/Q3	25.851.264	27	572.988	25.278.276	2,22	42.240.627
R4	3.398.321	-	-	3.398.321	-	16.496.705
Total	34.764.674	59	1.559.848	33.204.826	4	100.837.247

4.16. RA XVI – LAGO SUL**Tabela 54 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XVI**

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	140.355.450	20.351.540	20.351.540	92	235.564	20.115.977	1,16	56.142.180
P3	2.456.824	712.479	712.479	-	-	712.479	-	4.913.648
P4	502.237	1.213.739	1.213.739	32	33.552	1.180.187	2,76	16.741.230
Total	143.314.511	22.277.758	22.277.758	124	269.115	22.008.643	1,21	77.797.057

Tabela 55 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XVI

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) RE=RR+RPD
A	2.924.357	16.134.385	1.290.751	4.215.108
R3/Q3	6.121.847	128.418.065	15.410.168	21.532.015
R4	131.684	1.021.686	102.169	233.853
Total	9.177.889	145.574.135	16.803.087	25.980.976

Tabela 56 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XVI

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) RE=RR+RPD	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
A	4.215.108	38	372.974	3.842.134	8,85	40.335.962
R3/Q3	21.532.015	33	700.318	20.831.697	3,25	35.183.031
R4	233.853	8	172.385	61.467	73,72	1.135.206
Total	25.980.976	79	1.245.677	24.735.298	5	76.654.200

4.17. RA XVII – RIACHO FUNDO

Tabela 57 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XVII

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	13.127.123	1.903.433	1.903.433	-	-	1.903.433	-	5.250.849
P3	131.289	38.074	38.074	-	-	38.074	-	262.578
P4	384.289	928.697	928.697	1	1.398	927.299	0,15	12.809.620
Total	13.642.701	2.870.204	2.870.204	1	1.398	2.868.806	0,05	18.323.047

Tabela 58 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XVII

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$
A	898.492	4.957.196	396.576	1.295.068
R3/Q3	1.031.830	21.644.706	2.597.365	3.629.194
Total	1.930.322	26.601.902	2.993.940	4.924.262

Tabela 59 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XVII

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
A	1.295.068	6	58.891	1.236.177	4,55	12.392.991
R3/Q3	3.629.194	3	63.665	3.565.529	1,75	5.930.056
Total	4.924.262	9	122.556	4.801.706	2,49	18.323.047

4.18. RA XVIII – LAGO NORTE

Tabela 60 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XVIII

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	61.270.676	8.884.248	8.884.248	13	33.312	8.850.936	0,37	24.508.270
P3	316.661	91.832	91.832	-	-	91.832	-	633.322
P4	878.204	2.122.326	2.122.326	67	69.899	2.052.426	3,29	29.273.457
Total	62.465.541	11.098.405	11.098.405	80	103.211	10.995.194	0,93	54.415.049

Tabela 61 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XVIII

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$
A	1.153.196	6.362.463	508.997	1.662.193
R3/Q3	6.408.450	134.430.137	16.131.616	22.540.067
R4	77.882	604.261	60.426	138.309
S/A	223.855	2.778.889	277.889	501.744
Total	7.863.384	144.175.750	16.978.928	24.842.313

Tabela 62 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XVIII

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
A	1.662.193	19	186.487	1.475.707	11,22	15.906.157
R3/Q3	22.540.067	49	1.039.867	21.500.200	4,61	36.830.175
R4	138.309	-	-	138.309	-	671.401
S/A	501.744	1	7.707	494.037	1,54	1.543.827
Total	24.842.313	69	1.234.061	23.608.252	5	54.951.560

4.19. RA XIX - CANDANGOLÂNDIA

Tabela 63 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XIX

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	16.527.344	2.396.465	2.396.465	1	2.379	2.394.085	0,10	6.610.938

Tabela 64 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XIX

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$
A	334.403	1.844.983	147.599	482.002
S/A	289.780	3.597.266	359.727	649.506
Total	624.183	5.442.248	507.325	1.131.508

Tabela 65 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XIX

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
A	482.002	1	9.815	472.187	2,04	4.612.457
S/A	649.506	9	69.364	580.142	10,68	1.998.481

Total	1.131.508	10	79.180	1.052.328	7	6.610.938
--------------	------------------	-----------	---------------	------------------	----------	------------------

4.20. RA XX – ÁGUAS CLARAS

Tabela 66 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XX

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	29.182.322	4.231.437	4.231.437	-	-	4.231.437	-	11.672.929
P3	382.678	110.977	110.977	7	10.782	100.195	9,72	765.357
P4	307.744	743.715	743.715	1	1.398	742.317	0,19	10.258.134
Total	29.872.744	5.086.128	5.086.128	8	12.180	5.073.948	0,24	22.696.419

Tabela 67 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XX

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$
A	1.245.626	6.872.418	549.793	1.795.419
R3/Q3	959.675	20.131.116	2.415.734	3.375.409
Total	2.205.301	27.003.534	2.965.527	5.170.828

Tabela 68 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XX

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
A	1.795.419	25	245.377	1.550.042	13,67	17.181.045
R3/Q3	3.375.409	5	106.109	3.269.300	3,14	5.515.374
Total	5.170.828	30	351.486	4.819.342	7	22.696.419

4.21. RA XXI – RIACHO FUNDO II

Tabela 69 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XXI

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	78.096.927	11.324.054	11.324.054	5	11.897	11.312.157	0,11	31.238.771
P2	1.177.279	189.673	189.673	-	-	189.673	-	654.044
P3	1.774.893	514.719	514.719	8	14.376	500.343	2,79	3.549.787
P4	90.283	218.183	218.183	-	-	218.183	-	3.009.420
Total	81.139.382	12.246.629	12.246.629	13	26.273	12.220.356	0,21	38.452.021

Tabela 70 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XXI

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$
A	18.983	104.732	8.379	27.361
R3/Q3	6.645.093	139.394.196	16.727.303	23.372.397
Total	6.664.076	139.498.928	16.735.682	23.399.758

Tabela 71 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XXI

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
A	27.361	-	-	27.361	-	261.831
R3/Q3	23.372.397	22	466.879	22.905.518	2,00	38.190.191
Total	23.399.758	22	466.879	22.932.879	2	38.452.021

4.22. RA XXII – SUDOESTE/OCTOGONAL**Tabela 72 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XXII**

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	17.213.389	2.495.941	2.495.941	-	-	2.495.941	-	6.885.356

Tabela 73 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XXII

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$
A	242.504	1.337.952	107.036	349.540
S/A	513.369	6.372.858	637.286	1.150.655
Total	755.873	7.710.809	744.322	1.500.195

Tabela 74 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XXII

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
A	349.540	4	39.260	310.279	11,23	3.344.879
S/A	1.150.655	-	-	1.150.655	-	3.540.476
Total	1.500.195	4	39.260	1.460.934	3	6.885.356

4.23. RA XXIII - VARJÃO

Tabela 75 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XXIII

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	1.004.922	145.714	145.714	-	-	145.714	-	401.969
P3	7.439	2.157	2.157	-	-	2.157	-	14.878
P4	64.185	155.114	155.114	-	-	155.114	-	2.139.506
Total	1.076.546	302.985	302.985	-	-	302.985		2.556.352

Tabela 76 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XXIII

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$
A	30.879	170.364	13.629	44.508
R3/Q3	370.697	7.776.112	933.133	1.303.830
Total	401.575	7.946.476	946.763	1.348.338

Tabela 77 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XXIII

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
A	44.508	-	-	44.508	-	425.911
R3/Q3	1.303.830	-	-	1.303.830	-	2.130.442
Total	1.348.338	-	-	1.348.338		2.556.352

4.24. RA XXIV – PARK WAY

Tabela 78 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XXIV

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	185.940.617	26.961.389	26.961.389	39	99.936	26.861.453	0,37	74.376.247
P2	21.679.779	3.492.853	3.492.853	23	27.670	3.465.183	0,79	12.044.321
P3	8.552.866	2.480.331	2.480.331	18	28.752	2.451.579	1,16	17.105.731
P4	819.200	1.979.735	1.979.735	12	12.582	1.967.153	0,64	27.306.683
Total	216.992.462	34.914.308	34.914.308	92	168.940	34.745.369	0,48	130.832.983

Tabela 79 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XXIV

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$
A	5.239.414	28.907.111	2.312.569	7.551.983
R3/Q3	8.094.634	169.801.223	20.376.147	28.470.780
Total	13.334.048	198.708.334	22.688.716	36.022.763

Tabela 80 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XXIV

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
A	7.551.983	59	579.091	6.972.892	7,67	72.267.778
R3/Q3	28.470.780	32	679.097	27.791.684	2,39	46.520.883
Total	36.022.763	91	1.258.187	34.764.576	3	118.788.661

4.25. RA XXV - SCIA**Tabela 81 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XXV**

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	16.773.245	2.432.120	2.432.120	4	9.518	2.422.603	0,39	6.709.298
P3	292.359	84.784	84.784	-	-	84.784	-	584.719
Total	17.065.604	2.516.905	2.516.905	4	9.518	2.507.387	0,38	7.294.017

Tabela 82 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XXV

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$
A	528.816	2.917.607	233.409	762.225

Tabela 83 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XXV

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
A	762.225	11	107.966	654.259	14,16	7.294.017

4.26. RA XXVI – SOBRADINHO II

Tabela 84 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XXVI

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	224.227.513	32.512.989	32.512.989	213	547.269	31.965.720	1,68	89.691.005
P3	4.695.314	1.361.641	1.361.641	13	21.564	1.340.077	1,58	9.390.628
P4	3.001.538	7.253.716	7.253.716	5	5.592	7.248.124	0,08	100.051.258
Total	231.924.364	41.128.347	41.128.347	231	574.425	40.553.922	1,40	199.132.891

Tabela 85 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XXVI

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$
F	595.901	4.027.470	201.374	797.275
PPC	7.695.470	250.197.544	25.019.754	32.715.224
R3/Q3	7.830.536	164.261.235	19.711.348	27.541.884
R4	9.527.935	73.923.634	7.392.363	16.920.298
Total	25.649.842	492.409.882	52.324.839	77.974.681

Tabela 86 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XXVI

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
F	797.275	3	50.519	746.755	6,34	8.219.327
PPC	32.715.224	74	2.412.630	30.302.594	7,37	75.817.437
R3/Q3	27.541.884	326	6.918.297	20.623.587	25,12	45.003.078
R4	16.920.298	189	4.072.605	12.847.693	24,07	82.137.371
Total	77.974.681	592	13.454.051	64.520.630	17	211.177.213

4.27. RA XXVII – JARDIM BOTÂNICO

Tabela 87 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XXVII

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	340.711.110	49.403.111	49.403.111	6	14.277	49.388.834	0,03	136.284.444
P2	2.998.704	483.125	483.125	-	-	483.125	-	1.665.947
P3	2.912.637	844.665	844.665	-	-	844.665	-	5.825.274

P4	2.472.003	5.974.008	5.974.008	4	4.194	5.969.814	0,07	82.400.111
Total	349.094.455	56.704.908	56.704.908	10	18.471	56.686.438	0,03	226.175.776

Tabela 88 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XXVII

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$
A	13.114	72.355	5.788	18.903
BambuÍ	1.277.416	10.351.475	828.118	2.105.534
F	6.082.964	41.112.444	2.055.622	8.138.586
F/Q/M	13.538	340.794	40.895	54.434
R3/Q3	17.771.888	372.801.094	44.736.131	62.508.019
R4	3.346.493	25.964.173	2.596.417	5.942.911
Total	28.505.414	450.642.334	50.262.972	78.768.386

Tabela 89 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XXVII

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
A	18.903	-	-	18.903	-	180.887
BambuÍ	2.105.534	2	29.444	2.076.090	1,40	11.012.207
F	8.138.586	126	2.121.808	6.016.778	26,07	83.902.947
F/Q/M	54.434	-	-	54.434	-	93.368
R3/Q3	62.508.019	73	1.549.189	60.958.830	2,48	102.137.286
R4	5.942.911	51	1.098.957	4.843.954	18,49	28.849.081
Total	78.768.386	252	4.799.398	73.968.987	6	226.175.776

4.28. RA XXVIII - ITAPOÃ

Tabela 90 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XXVIII

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	74.090.519	10.743.125	10.743.125	5	11.897	10.731.228	0,11	29.636.207
P2	207.900	33.495	33.495	-	-	33.495	-	115.500
P3	333.453	96.701	96.701	-	-	96.701	-	666.905
P4	345.982	836.124	836.124	-	-	836.124	-	11.532.746
Total	74.977.854	11.709.446	11.709.446	5	11.897	11.697.548	0,10	41.951.358

Tabela 91 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XXVIII

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$
F	799.276	5.402.001	270.100	1.069.376

R3/Q3	2.350.477	49.305.976	5.916.717	8.267.194
R4	2.020.532	15.676.542	1.567.654	3.588.186
Total	5.170.284	70.384.520	7.754.471	12.924.756

Tabela 92 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XXVIII

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) RE=RR+RPD	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
F	1.069.376	8	134.718	934.658	12,60	11.024.491
R3/Q3	8.267.194	32	679.097	7.588.097	8,21	13.508.487
R4	3.588.186	44	948.120	2.640.067	26,42	17.418.380
Total	12.924.756	84	1.761.934	11.162.822	14	41.951.358

4.29. RA XXIX – SIA

Tabela 93 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XXIX

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	72.586.397	10.525.028	10.525.028	5	11.897	10.513.130	0,11	29.034.559
P3	41.890	12.148	12.148	-	-	12.148	-	83.779
Total	72.628.286	10.537.176	10.537.176	5	11.897	10.525.278	0,11	29.118.338

Tabela 94 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XXIX

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) RE=RR+RPD
A	2.111.080	11.647.335	931.787	3.042.866

Tabela 95 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XXIX

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) RE=RR+RPD	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
A	3.042.866	49	480.940	2.561.927	15,81	29.118.338

4.30. RA XXX – VICENTE PIRES

Tabela 96 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XXX

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	74.006.600	10.730.957	10.730.957	34	88.039	10.642.918	0,82	29.602.640
P3	1.378.409	399.739	399.739	22	35.940	363.799	8,99	2.756.818

P4	353.562	854.442	854.442	11	11.184	843.258	1,31	11.785.402
Total	75.738.572	11.985.137	11.985.137	67	135.162	11.849.975	1,13	44.144.861

Tabela 97 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XXX

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$
A	2.922.116	16.122.017	1.289.761	4.211.877
R3/Q3	668.128	14.015.338	1.681.841	2.349.969
Total	3.590.244	30.137.354	2.971.602	6.561.846

Tabela 98 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XXX

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
A	4.211.877	38	372.974	3.838.903	8,86	40.305.042
R3/Q3	2.349.969	4	84.887	2.265.082	3,61	3.839.819
Total	6.561.846	42	457.861	6.103.985	7	44.144.861

4.31. RA XXXI - FERCAL**Tabela 99 – Reservas hídricas, volume utilizado e disponível no sistema poroso da RA XXXI**

Sistema Poroso	Reserva permanente (RP) - $RP=A*b*\eta e - m^3$	Reserva renovável (RR) - $RR=A*1,45*Re$	Explotável (RE) (m³/ano)	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
P1	569.961	82.644	82.644	-	-	82.644	-	227.984
P2	93.017.763	14.986.195	14.986.195	81	96.845	14.889.350	0,65	51.676.535
P3	76.559	22.202	22.202	-	-	22.202	-	153.118
P4	2.214.423	5.351.521	5.351.521	-	-	5.351.521	-	73.814.085
Total	95.878.705	20.442.563	20.442.563	81	96.845	20.345.718	0,47	125.871.722

Tabela 100 – Reservas hídricas dos sistemas aquíferos fraturados da RA XXXI

Sistema Fraturado	Renováveis (RR) (m³/ano) $RR=A*REF*1,45$	Permanente (RP) (m³/ano) $Rp=Rpr+Rpp$	Reserva Permanente Disponível (RPD) $RPD=RP*(\%RPD/100)$	Explotável (RE) (m³/ano) $RE=RR+RPD$
F	3.130.210	21.155.903	1.057.795	4.188.005
F/Q/M	5.342.538	134.484.582	16.138.150	21.480.688
PPC	4.448.451	144.629.440	14.462.944	18.911.395
R4	234.809	1.821.795	182.180	416.989
Total	13.156.008	302.091.720	31.841.068	44.997.077

Tabela 101 – Volume utilizado e disponível nos sistemas aquíferos fraturados da RA XXXI

Sistema Fraturado	Explotável (RE) (m³/ano) RE=RR+RPD	Nº de poços	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	% utilizada	Área (A) - m²
F	4.188.005	6	101.038	4.086.967	2,41	43.175.312
F/Q/M	21.480.688	1	56.616	21.424.072	0,26	36.845.091
PPC	18.911.395	30	978.093	17.933.302	5,17	43.827.103
R4	416.989	-	-	416.989	-	2.024.217
Total	44.997.077	37	1.135.748	43.861.329	3	125.871.723

5. INTERPOLAÇÃO DOS DADOS DOS SISTEMAS AQUÍFEROS E REGIÕES ADMINISTRATIVAS PARA OS DIFERENTES TIPOS DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E GRAU DE IMPERMEABILIZAÇÃO

O mapeamento do uso do solo, além de fornecer bases para o entendimento da dinâmica territorial e das atividades econômicas, também pode fornecer subsídios para o entendimento das características do escoamento superficial e infiltração das águas pluviais.

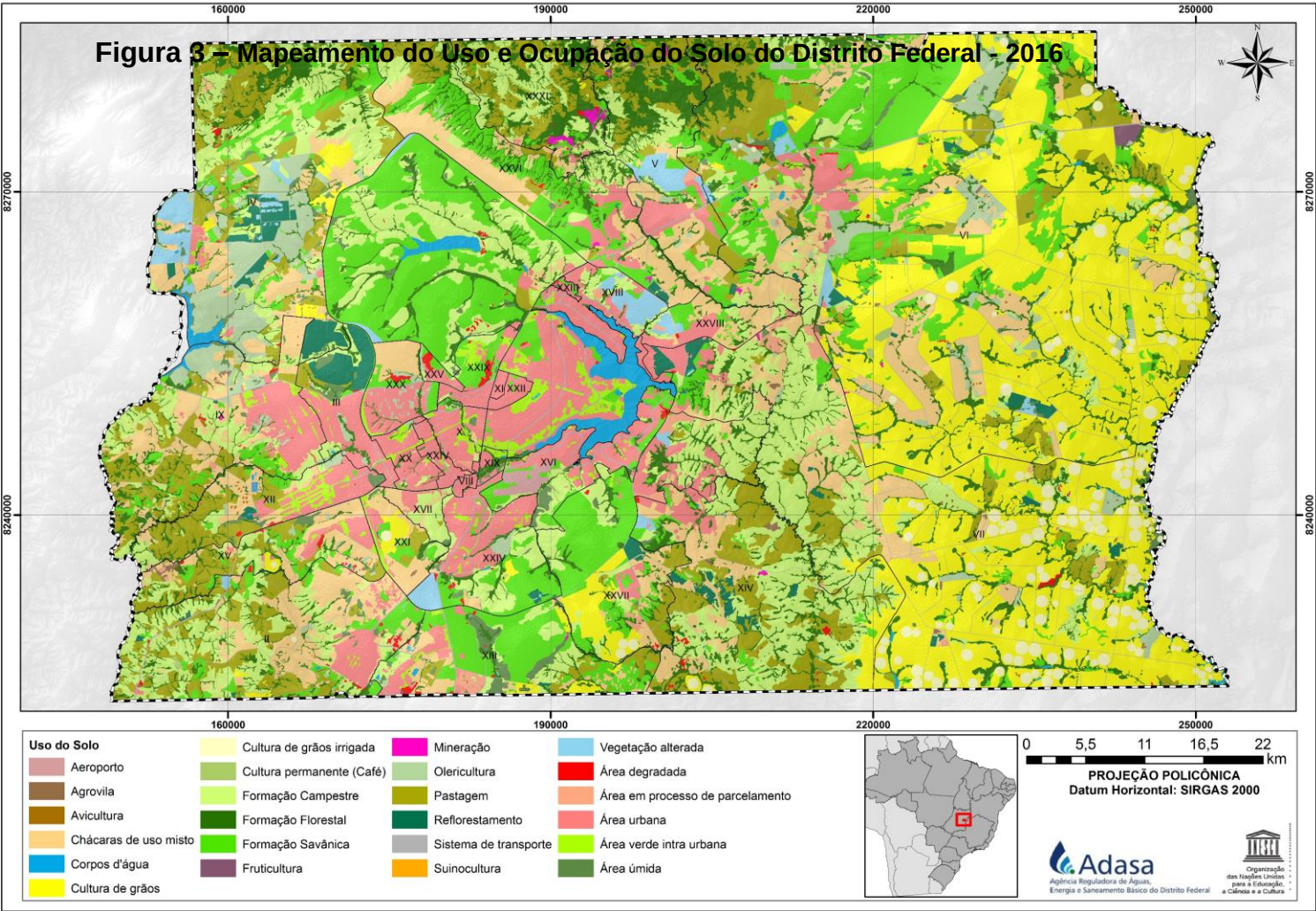
Aliados às diferentes características dos solos, geologia e geomorfologia, os tipos de utilização do solo interferem diretamente na dinâmica e no fluxo das águas nas bacias hidrográficas, agindo também na forma e qualidade de recarga dos sistemas aquíferos.

Entender esta dinâmica e mapear as áreas com maior grau de impermeabilização pode gerar importantes subsídios para o planejamento das ações de recarga artificial, restrição de uso e identificação de locais críticos para a gestão dos recursos hídricos.

5.1. Uso e Ocupação do Solo e o Grau de Impermeabilização

O mapeamento do uso do solo serviu de base para o mapeamento das áreas impermeáveis e permeáveis. Para isso classificou-se as áreas rurais e áreas urbanas sem nenhum tipo de construção como muito baixo grau de impermeabilização. As áreas rurais mapeadas como chácaras, com densidade de construções maior que as áreas agrícolas, foram classificadas como baixo grau de impermeabilização. As áreas rurais com uso intensivo (aviários e suinocultura), as áreas destinadas às atividades de mineração e as estradas não pavimentadas foram classificadas com médio grau de impermeabilização, assim como as áreas urbanas com densidade baixa de construções. Por fim, as áreas com alto e muito alto grau de impermeabilização representaram as áreas urbanas classificadas de acordo com o médio e alto grau de densidade de construções, além das estradas pavimentadas.

Este mapeamento e a classificação do grau de impermeabilização foram cruzados com os dados de delimitação das RA e com as áreas de abrangência dos sistemas aquíferos, a fim de determinar a dinâmica destas áreas com relação à exploração dos recursos hídricos e o comportamento em relação às recargas.



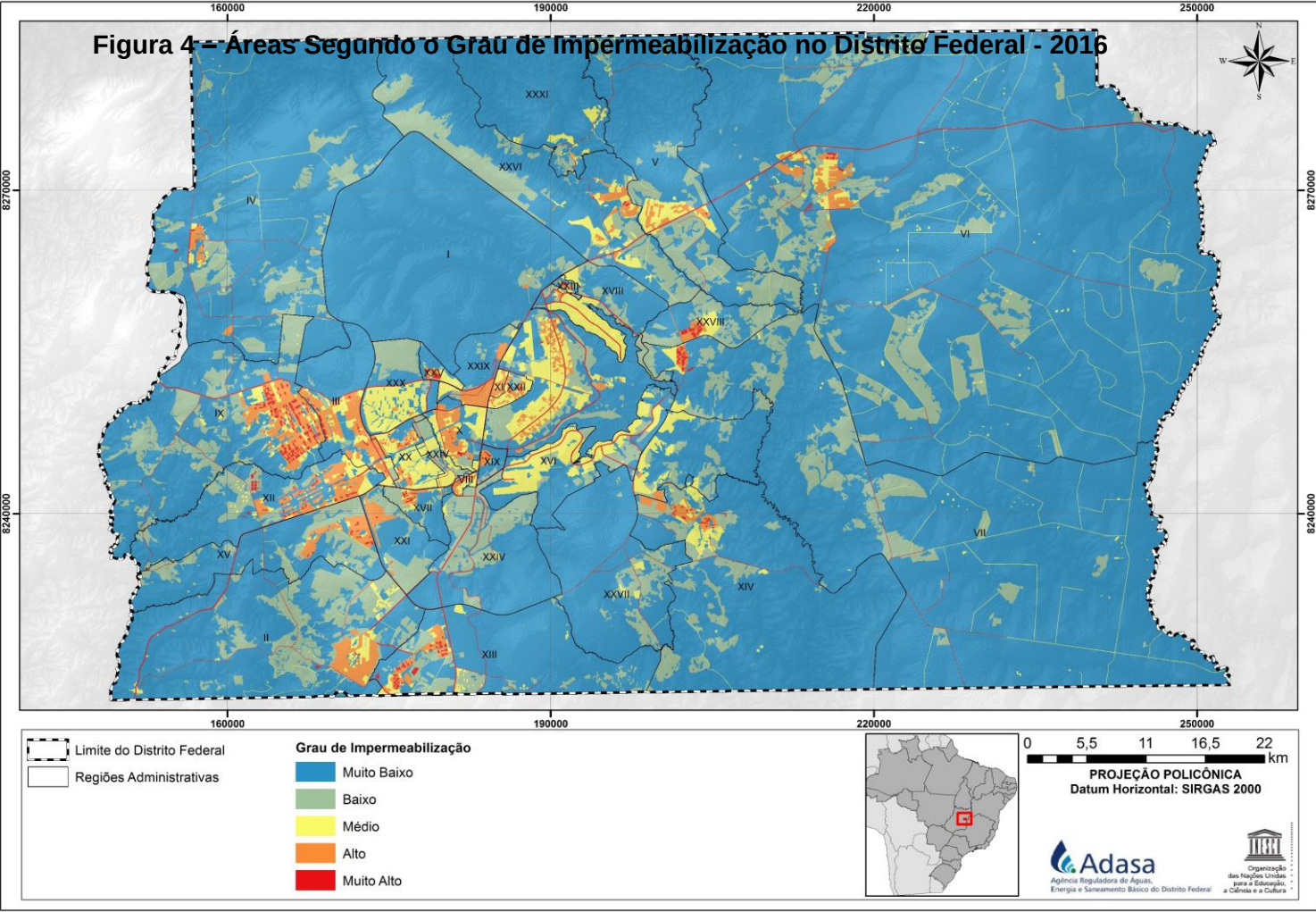


Tabela 102 – Classes de Uso do Solo e Grau de Impermeabilização - 2016

Grau de Impermeabilização	Uso e Ocupação do Solo	Área (m²)
Muito Baixo	Área degradada	19.199.690
	Área verde intra urbana	64.569.772
	Campos naturais	745.768.041
	Campos naturais degradados	115.113.921
	Cerradão	1.052.737
	Cerrado sentido restrito	708.038.385
	Cerrado sentido restrito degradado	84.256.071
	Formação Campestre degradada	446.576
	Murundus e veredas	75.985.720
	Represas, Lagos, Lagoas e Rios	63.297.201
	Cultura de grãos	1.060.241.767
	Cultura de grãos irrigada	109.009.449
	Cultura permanente (Café)	2.620.408
	Fruticultura	4.535.808
	Piscicultura	193.518
	Mata Seca ou Mesofítica	104.663.459
	Vegetação alterada	68.503.718
	Mata Ciliar e Mata de Galeria	457.865.530
	Olericultura	168.171.345
	Pastagem	432.357.705
	Pastagem degradada	1.308.722
	Pastagem formada	98.355.516
	Pastagem natural	57.980.286
	Reflorestamento	78.074.202
	Reflorestamento degradado	2.639.190
Baixo	Agrovila	5.086.350
	Área em processo de parcelamento	19.094.723
	Área Urbana com densidade baixa*	140.384.216
	Chácaras de uso misto	627.903.338
Médio	Área Urbana com densidade média*	208.625.524
	Área urbana com infraestrutura	810.603
	Área urbana sem infraestrutura	189.315
	Avicultura	4.688.318
	Suinocultura	120.526
	Estradas não-pavimentadas	33.029.810
	Mineração	5.662.403
Alto	Área Urbana com densidade alta*	139.034.088
Muito Alto	Área Urbana com densidade muito alta*	15.162.503
	Estradas pavimentadas	59.945.091
	Ferrovia e Metrô	3.154.168
	Lagoas de Estabilização	1.762.369

*Densidade referente à quantidade de construções por m².

5.2. Grau de Impermeabilização de acordo com a Região Administrativa

Para auxiliar na gestão dos recursos hídricos, o território do Distrito Federal foi dividido de acordo com as Regiões Administrativas. Para cada RA foi realizado o cálculo das áreas segundo o grau de impermeabilização, posteriormente separados em áreas permeáveis e impermeáveis, auxiliando na definição de áreas prioritárias para recargas artificiais e áreas com maior risco de diminuição dos volumes explotáveis por conta da impermeabilização do solo.

O Distrito Federal possui pouco mais de 8% de áreas impermeáveis, a maioria classificada como áreas urbanas. Por meio deste valor ainda podemos considerar que, em termos gerais a impermeabilização, ainda não é um agravante para o território como um todo. Porém, algumas regiões possuem alto grau de impermeabilização, devendo ser bem geridos quanto à utilização dos recursos hídricos e recarga dos aquíferos.

No universo das RA's, conforme dados da Tabela 103, cinco possuem mais de 60% de suas áreas impermeabilizadas, sendo que as regiões VIII (Núcleo Bandeirantes), XI (Ceilândia) e XXII (Samambaia) apresentam os maiores graus de impermeabilização, com a região de Ceilândia sendo quase toda classificada como impermeável. Em números absolutos a RA XX (Águas Claras) possui a maior área classificada como impermeável, com mais de 16 milhões de m².

Ainda segundo a Tabela 103, é possível observar que 11 RA's possuem menos de 10% de suas áreas classificadas com impermeáveis, possuindo as condições mais favoráveis para a recarga dos aquíferos e gestão dos recursos hídricos.

Tabela 103 – Grau de Impermeabilização por Região Administrativa (RA)

Região Administrativa	Grau de Impermeabilização												Área Total (m²)
	Muito Baixo		Baixo		% Perm.	Médio		Alto		Muito Alto		% Imperm.	
	Área (m²)	%	Área (m²)	%		Área (m²)	%	Área (m²)	%	Área (m²)	%		
I	375.319.479	83,61	30.001.498	6,68	90,3	30.678.665	6,83	7.063.611	1,57	5.853.012	1,30	9,7	448.916.266
II	189.242.619	68,18	65.186.116	23,49	91,7	7.936.118	2,86	10.548.736	3,80	4.643.690	1,67	8,3	277.557.279
III	37.310.071	58,00	2.765.617	4,30	62,3	7.497.704	11,66	14.287.344	22,21	2.469.299	3,84	37,7	64.330.035
IV	401.154.035	86,26	52.431.947	11,27	97,5	4.996.580	1,07	3.232.982	0,70	3.233.179	0,70	2,5	465.048.724
V	139.503.841	70,37	44.047.726	22,22	92,6	9.536.932	4,81	3.674.683	1,85	1.489.524	0,75	7,4	198.252.706
VI	1.346.162.785	87,51	144.036.533	9,36	96,9	26.006.845	1,69	11.023.993	0,72	11.114.793	0,72	3,1	1.538.344.949
VII	706.057.555	87,87	80.703.741	10,04	97,9	11.576.778	1,44	1.068.836	0,13	4.104.496	0,51	2,1	803.511.407
VIII	515.784	13,36	327.378	8,48	21,8	1.737.249	44,98	1.145.102	29,65	136.356	3,53	78,2	3.861.868
IX	146.920.080	61,63	54.390.956	22,82	84,4	8.172.909	3,43	20.686.707	8,68	8.216.958	3,45	15,6	238.387.610
X	7.218.319	28,55	2.291.398	9,06	37,6	7.848.151	31,04	6.476.734	25,61	1.450.897	5,74	62,4	25.285.500
XI	-	-	-	-	-	1.046.609	37,74	1.561.386	56,30	165.363	5,96	100,0	2.773.359
XII	62.718.344	61,76	16.760.295	16,51	78,3	6.216.575	6,12	12.427.591	12,24	3.422.932	3,37	21,7	101.545.737
XIII	122.459.991	77,11	20.270.765	12,76	89,9	5.334.130	3,36	5.810.970	3,66	4.937.154	3,11	10,1	158.813.010
XIV	278.269.988	84,49	34.655.723	10,52	95,0	8.326.619	2,53	5.840.309	1,77	2.263.929	0,69	5,0	329.356.567
XV	61.384.744	60,86	28.336.875	28,09	89,0	1.143.724	1,13	7.627.607	7,56	2.368.303	2,35	11,0	100.861.254
XVI	32.742.898	42,72	12.532.399	16,35	59,1	27.886.596	36,38	-	-	3.492.307	4,56	40,9	76.654.200
XVII	10.736.923	58,60	4.092.121	22,33	80,9	1.276.900	6,97	1.435.040	7,83	782.062	4,27	19,1	18.323.047
XVIII	24.549.736	44,68	11.873.873	21,61	66,3	15.370.163	27,97	170.271	0,31	2.987.516	5,44	33,7	54.951.560
XIX	3.919.879	59,29	930.619	14,08	73,4	-	-	981.323	14,84	779.117	11,79	26,6	6.610.938
XX	5.500.134	24,23	1.024.894	4,52	28,7	11.916.916	52,51	3.232.900	14,24	1.021.576	4,50	71,3	22.696.419
XXI	19.683.629	51,19	13.489.059	35,08	86,3	247.453	0,64	4.243.363	11,04	788.517	2,05	13,7	38.452.021
XXII	592.241	8,60	723.153	10,50	19,1	3.342.657	48,55	2.012.500	29,23	214.805	3,12	80,9	6.885.356
XXIII	891.887	34,89	526.984	20,61	55,5	504.026	19,72	328.996	12,87	304.459	11,91	44,5	2.556.352

continua

Tabela 103 – Grau de Impermeabilização por Região Administrativa (RA) (continuação)

Região Administrativa	Grau de Impermeabilização												Área Total (m²)
	Muito Baixo		Baixo		% Perm.	Médio		Alto		Muito Alto		% Imperm.	
	Área (m²)	%	Área (m²)	%		Área (m²)	%	Área (m²)	%	Área (m²)	%		
XXIV	68.335.983	57,53	41.428.377	34,88	92,4	5.156.263	4,34	2.485	0,00	3.865.553	3,25	7,6	118.788.661
XXV	3.612.400	49,53	498.375	6,83	56,4	1.804.382	24,74	700.413	9,60	678.447	9,30	43,6	7.294.016
XXVI	133.307.386	63,13	59.828.547	28,33	91,5	10.998.089	5,21	4.979.942	2,36	2.037.667	0,97	8,5	211.151.631
XXVII	180.104.470	79,63	32.783.146	14,49	94,1	10.694.416	4,73	884.793	0,39	1.708.952	0,76	5,9	226.175.777
XXVIII	17.589.296	41,93	17.996.298	42,90	84,8	2.891.959	6,89	2.037.897	4,86	1.435.908	3,42	15,2	41.951.358
XXIX	17.959.623	61,68	2.561.248	8,80	70,5	1.808.440	6,21	5.195.025	17,84	1.594.002	5,47	29,5	29.118.338
XXX	12.901.497	29,23	12.881.780	29,18	58,4	16.520.902	37,42	290.370	0,66	1.550.311	3,51	41,6	44.144.861
XXXI	117.521.497	93,42	3.071.081	2,44	95,9	4.610.698	3,67	62.179	0,05	528.677	0,42	4,1	125.794.132
Total	4.524.187.115	78,16	792.448.523	13,69	91,8	253.085.452	4,37	139.034.088	2,40	79.639.761	1,38	8,2	5.788.394.939

5.3. Grau de Impermeabilização do sistema aquífero poroso

As áreas impermeáveis incidem sobre os aquíferos interferindo no ciclo natural da água, diminuindo a infiltração e aumentando o escoamento superficial, contribuindo para problemas de drenagem, causando erosão, alagamentos, inundações e outros problemas. Além disso, a redução da infiltração contribui para a diminuição da quantidade de água armazenada nos sistemas aquíferos que, com demanda hídrica crescente, pode contribuir para possíveis problemas na diminuição dos volumes exploráveis.

O conhecimento do território com mapeamento das áreas impermeáveis de cada sistema aquífero é um dado importante para a gestão dos recursos hídricos, pois, além de fornecer um quadro geral da diminuição da superfície de recarga, também permite identificar regiões que precisam de monitoramento mais eficiente por conjugarem quadros de alto grau de impermeabilização e grandes vazões retiradas por meio de poços de variados usos.

O sistema aquífero poroso com maior área de incidência no Distrito Federal é o P1, que também possui o maior percentual de áreas impermeáveis entre os sistemas freáticos, mais de 10% dos mais de 3 bilhões de m² de área deste sistema foram classificadas como impermeável, a maioria com alto ou muito alto grau de impermeabilização.

Isso significa que mais de 350 milhões de m² do sistema P1 devem possuir mecanismos de recarga artificial para controlar os volumes em seus reservatórios e manter níveis satisfatórios de volume explorável.

Os outros sistemas, conforme dados apresentados na Tabela 105, contribuem com pouco mais de 90 milhões de m² de áreas consideradas impermeáveis, que devem igualmente receber atenção especial devido à diminuição da superfície de recarga natural.

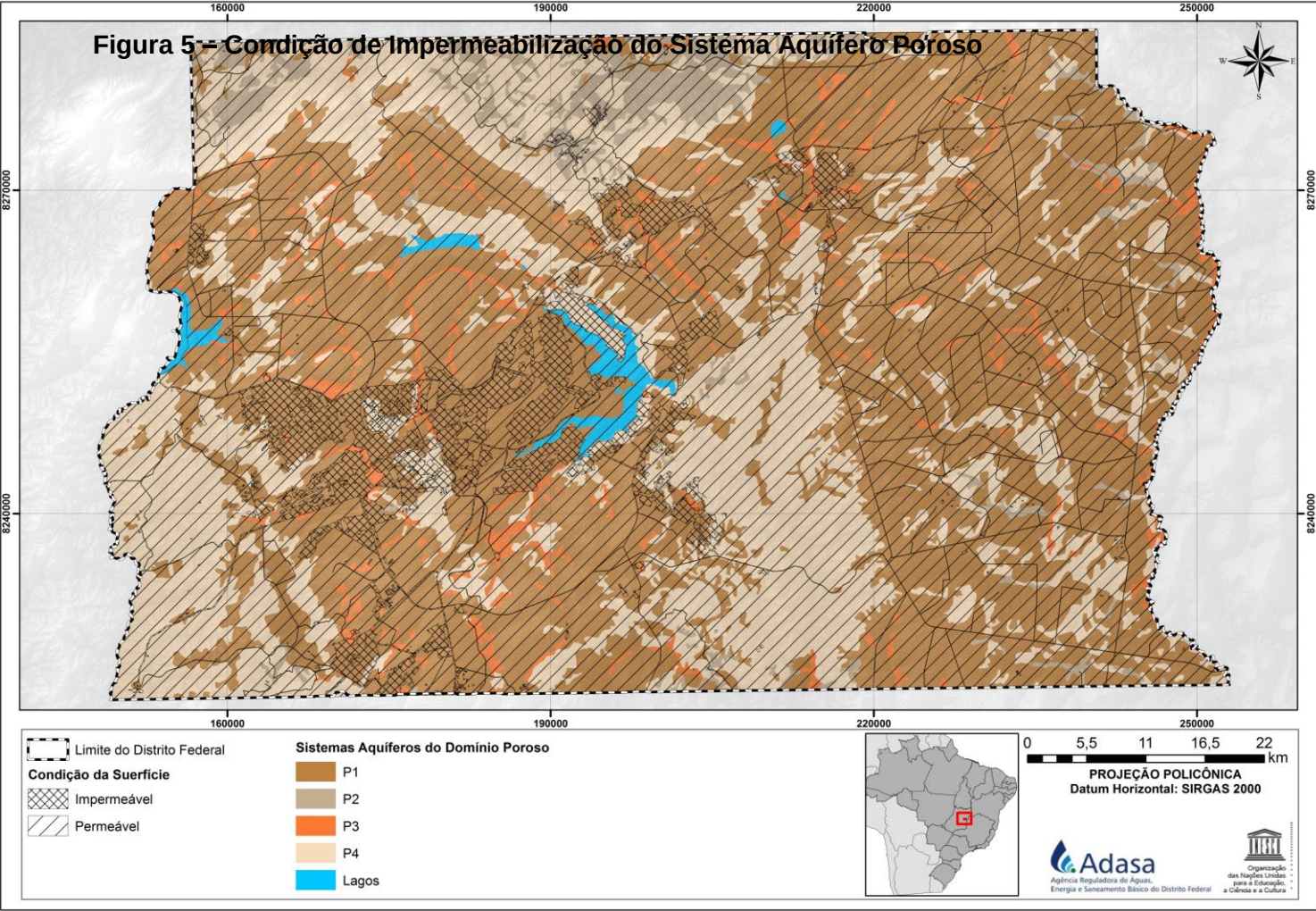


Tabela 104 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso

Sistema Poroso	Grau de Impermeabilização	Explotável (RE) (m³/ano)	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	Área (m²)	%	Condição predominante	%
P1	Muito Baixo	903.979.372	639.485	903.339.887	2.493.736.200	72,8	Permeável	89,0
	Baixo	200.587.766	1.488.170	199.099.595	553.345.560	16,2		
	Médio	66.279.915	387.495	65.892.421	182.841.146	5,3	Impermeável	11,0
	Alto	47.062.541	45.168	47.017.373	129.827.700	3,8		
	Muito Alto	23.267.860	57.054	23.210.806	64.187.200	1,9		
Total		1.241.177.455	2.617.373	1.238.560.082	3.423.937.806	100		
P2	Muito Baixo	67.770.897	15.963	67.754.933	233.692.747	91,4	Permeável	97,8
	Baixo	4.790.481	26.606	4.763.876	16.518.901	6,5		
	Médio	1.274.479	79.817	1.194.662	4.394.756	1,7	Impermeável	2,2
	Alto	100.987	-	100.987	348.232	0,1		
	Muito Alto	230.193	-	230.193	793.770	0,3		
Total		74.167.038	122.386	74.044.651	255.748.405	100		
P3	Muito Baixo	27.285.020	100.631	27.184.389	188.172.550	81,0	Permeável	95,2
	Baixo	4.788.604	75.473	4.713.131	33.024.853	14,2		
	Médio	872.332	21.564	850.769	6.016.085	2,6	Impermeável	4,8
	Alto	356.901	-	356.901	2.461.387	1,1		
	Muito Alto	395.968	-	395.968	2.730.813	1,2		
Total		33.698.825	197.668	33.501.157	232.405.687	100		
P4	Muito Baixo	111.988.675	72.695	111.915.980	1.544.671.381	85,4	Permeável	95,7
	Baixo	13.616.881	62.909	13.553.972	187.819.049	10,4		
	Médio	4.245.936	102.053	4.143.882	58.564.628	3,2	Impermeável	4,3
	Alto	463.739	-	463.739	6.396.403	0,4		
	Muito Alto	886.185	12.582	873.603	12.223.236	0,7		
Total		131.201.416	250.240	130.951.176	1.809.674.698	100		

5.4. Grau de Impermeabilização do sistema aquífero fraturado

Quase toda a área dos sistemas aquíferos fraturados é precedida de uma camada do sistema poroso, que interfere diretamente nas condições de recarga, além disso, a impermeabilização da superfície contribui para a diminuição da infiltração da água no solo e sua consequente chegada aos reservatórios do sistema fraturado.

Tal fato corrobora para a importância de se estabelecer os percentuais de área impermeáveis incidentes em áreas de recarga dos sistemas fraturados, mesmo que a água perpassasse pelo sistema poroso antes, especialmente porque as áreas não são coincidentes, ou seja, diferentes sistemas fraturados estão abaixo de um único sistema poroso ou vice-versa.

O maior sistema aquífero de domínio fraturado incidente no Distrito Federal, conforme dados da Tabela 106, é o R3/Q3 com mais de 1,3 bilhões de m², deste total, quase 12% se encontram sob áreas impermeabilizadas, diminuindo a capacidade de recarga. São mais de 160 milhões de m² de áreas potenciais para realização de recarga artificial por apresentarem risco de diminuição das reservas, tornando este sistema prioritário para monitoramento e melhoria na gestão de suas reservas.

O sistema A, mesmo apresentando menos da metade da área de R3/Q3, possui quase 140 milhões de m² de áreas impermeabilizadas, isso representa quase 30% dos mais de 500 milhões de m² referentes ao sistema, tornando-o o segundo em prioridade.

Além destes, merecem destaques o sistema R4, com a terceira maior área impermeabilizada entre os sistemas fraturados e o S/A que possui mais de 40% de suas áreas impermeabilizadas.

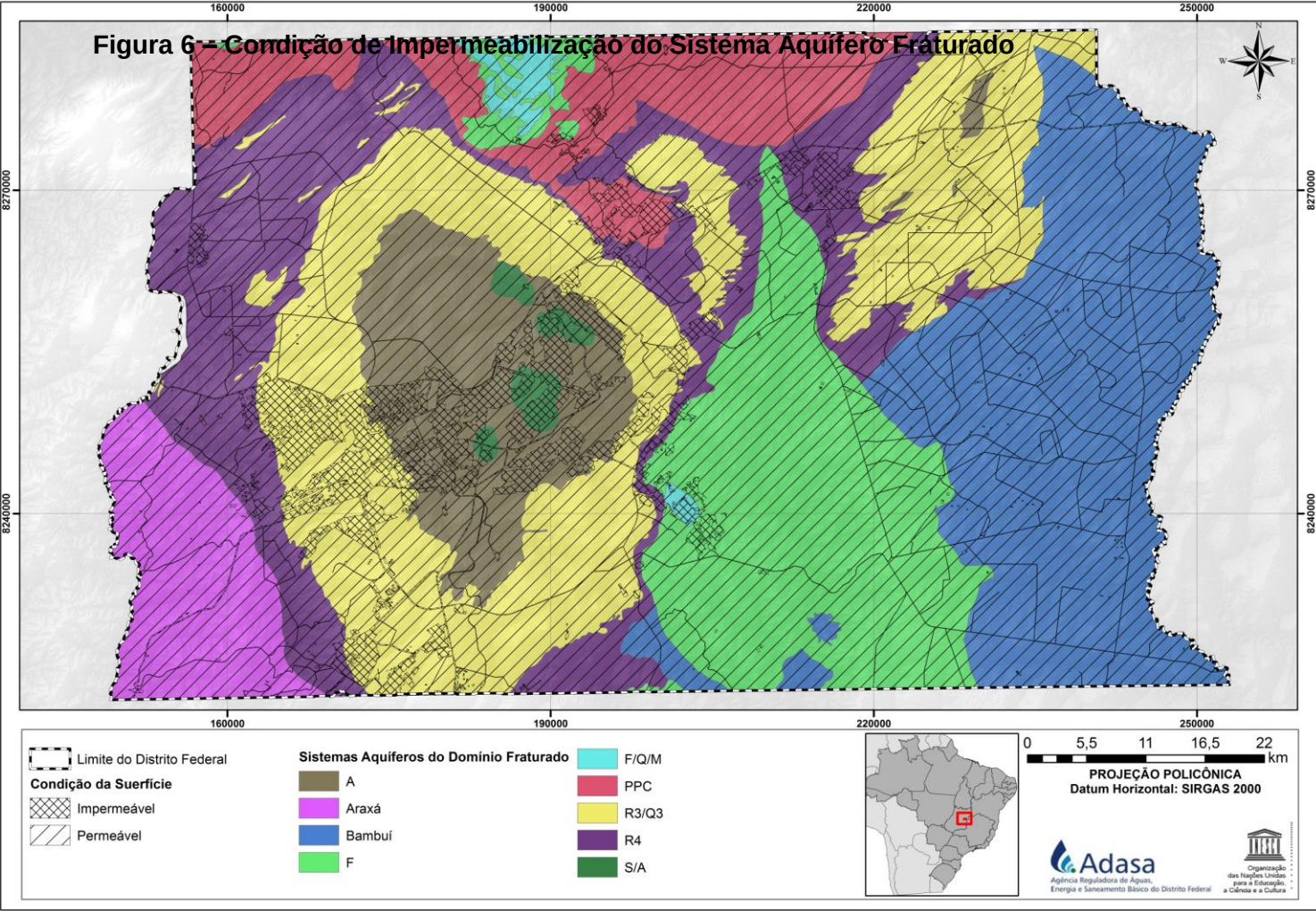


Tabela 105 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado

Sistema Fraturado	Grau de Impermeabilização	Explotável (RE) (m³/ano)	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	Área (m²)	%	Condição predominante	%
S/A	Muito Baixo	7.514.036	131.022	7.383.015	23.120.112	46,0	Permeável	57,9
	Baixo	1.955.074	84.779	1.870.295	6.015.613	12,0		
	Médio	4.731.178	262.044	4.469.135	14.557.472	28,9	Impermeável	42,1
	Alto	1.479.183	69.364	1.409.818	4.551.331	9,0		
	Muito Alto	665.315	15.414	649.900	2.047.122	4,1		
Total		16.344.786	562.623	15.782.163	50.291.650	100,0		
A	Muito Baixo	31.621.897	608.536	31.013.360	302.601.880	57,5	Permeável	73,8
	Baixo	8.930.276	1.393.744	7.536.533	85.457.191	16,2		
	Médio	10.213.113	1.580.231	8.632.882	97.733.138	18,6	Impermeável	26,2
	Alto	2.406.163	363.159	2.043.004	23.025.478	4,4		
	Muito Alto	1.786.094	29.445	1.756.649	17.091.810	3,2		
Total		54.957.543	3.975.114	50.982.428	525.909.498	100,0		
R3/Q3	Muito Baixo	623.349.831	6.558.184	616.791.647	1.018.545.476	73,3	Permeável	88,1
	Baixo	125.316.361	14.074.544	111.241.817	204.765.295	14,7		
	Médio	35.483.123	3.683.655	31.799.468	57.978.959	4,2	Impermeável	11,9
	Alto	45.589.181	1.043.347	44.545.833	74.492.126	5,4		
	Muito Alto	20.133.110	85.171	20.047.939	32.897.239	2,4		
Total		849.871.606	25.444.902	824.426.704	1.388.679.095	100,0		
R4	Muito Baixo	142.895.654	4.054.288	138.841.367	693.668.226	72,8	Permeável	92,8
	Baixo	39.302.847	6.392.475	32.910.372	190.790.518	20,0		
	Médio	6.275.075	2.488.346	3.786.729	30.461.529	3,2	Impermeável	7,2
	Alto	5.328.137	1.244.173	4.083.964	25.864.745	2,7		
	Muito Alto	2.477.175	128.708	2.348.467	12.025.121	1,3		
Total		196.278.888	14.307.989	181.970.900	952.810.137	100,0		

continua

Tabela 105 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado (continuação)

Sistema Fraturado	Grau de Impermeabilização	Explotável (RE) (m³/ano)	Vazão anual (m³/ano)	Volume disponível (m³/ano)	Área (m²)	%	Condição predominante	%
F	Muito Baixo	70.140.526	2.997.475	67.143.051	723.098.211	80,5	Permeável	97,4
	Baixo	14.743.083	2.307.045	12.436.037	151.990.544	16,9		
	Médio	1.508.597	757.789	750.809	15.552.550	1,7	Impermeável	2,6
	Alto	206.589	117.878	88.711	2.129.787	0,2		
	Muito Alto	517.950	33.679	484.271	5.339.693	0,6		
Total		87.116.746	6.213.867	80.902.879	898.110.784	100,0		
Bambuí	Muito Baixo	200.666.858	1.309.033	199.357.824	1.049.512.854	92,0	Permeável	98,3
	Baixo	13.652.354	1.502.413	12.149.941	71.403.527	6,3		
	Médio	3.206.937	44.626	3.162.311	16.772.684	1,5	Impermeável	1,7
	Muito Alto	565.142	-	565.142	2.955.762	0,3		
Total		218.091.291	2.856.073	215.235.219	1.140.644.828	100,0		
Araxá	Muito Baixo	36.606.596	2.004.559	34.602.037	279.439.665	84,6	Permeável	98,3
	Baixo	5.920.654	801.824	5.118.830	45.195.830	13,7		
	Médio	208.440	277.554	- 69.114	1.591.147	0,5	Impermeável	1,7
	Muito Alto	528.283	-	528.283	4.032.696	1,2		
Total		43.263.973	3.083.937	40.180.037	330.259.338	100,0		
PPC	Muito Baixo	164.281.549	2.089.614	162.191.935	380.722.015	86,8	Permeável	94,1
	Baixo	13.646.413	729.707	12.916.707	31.625.523	7,2		
	Médio	7.134.736	1.857.435	5.277.302	16.534.731	3,8	Impermeável	5,9
	Alto	2.847.848	961.886	1.885.962	6.599.880	1,5		
	Muito Alto	1.258.887	99.505	1.159.382	2.917.467	0,7		
Total		189.169.435	5.738.147	183.431.288	438.399.617	100,0		
F/Q/M	Muito Baixo	22.499.322	339.699	22.159.623	38.592.318	86,6	Permeável	91,9
	Baixo	1.361.678	-	1.361.678	2.335.639	5,2		
	Médio	566.073	452.932	113.141	970.966	2,2	Impermeável	8,1
	Alto	1.382.034	679.398	702.636	2.370.556	5,3		
	Muito Alto	159.855	-	159.855	274.195	0,6		
Total		25.968.962	1.472.029	24.496.934	44.543.675	100,0		

5.5. Impermeabilização do solo dos sistemas aquíferos por Região Administrativa

Para otimizar a gestão dos recursos hídricos e subsidiar o cálculo de disponibilidade hídrica para concessão de outorgas, o território do Distrito Federal foi dividido por regiões administrativas e em cada uma foi mapeado o sistema aquífero incidente e a condição de impermeabilização do solo, sendo que este dado pode ser utilizado como fator de redução do percentual utilizável.

Tabela 106 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA I

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	43.094.042	14,05
	Permeável	263.611.773	85,95
	Total	306.705.815	100,00
P2	Permeável	1.234.660	100,00
P3	Impermeável	161.232	0,64
	Permeável	24.862.380	99,36
	Total	25.023.612	100,00
P4	Impermeável	276.237	0,40
	Permeável	68.224.192	99,60
	Total	68.500.429	100,00

Tabela 107 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA I

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
A	Impermeável	27.007.916	11,45
	Permeável	208.801.588	88,55
	Total	235.809.503	100,00
R3/Q3	Impermeável	1.168.004	0,68
	Permeável	170.553.031	99,32
	Total	171.721.035	100,00
R4	Impermeável	1.336	94,28
	Permeável	81	5,72
	Total	1.417	100,00
S/A	Impermeável	15.418.034	37,26
	Permeável	25.966.277	62,74
	Total	41.384.311	100,00

Tabela 108 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA II

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	17.803.484	15,24
	Permeável	99.037.809	84,76
	Total	116.841.293	100,00
P2	Impermeável	115.165	3,16
	Permeável	3.523.703	96,84
	Total	3.638.868	100,00
P3	Impermeável	865.648	11,83
	Permeável	6.451.728	88,17
	Total	7.317.376	100,00
P4	Impermeável	4.243.599	2,86
	Permeável	144.073.722	97,14
	Total	148.317.322	100,00

Tabela 109 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA II

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
Araxá	Impermeável	3.526.786	2,25
	Permeável	153.444.042	97,75
	Total	156.970.828	100,00
R3/Q3	Impermeável	14.582.390	22,95
	Permeável	48.944.062	77,05
	Total	63.526.452	100,00
R4	Impermeável	4.918.745	8,84
	Permeável	50.701.794	91,16
	Total	55.620.539	100,00

Tabela 110 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA III

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	23.924.926	44,69
	Permeável	29.610.502	55,31
	Total	53.535.428	100,00
P3	Impermeável	328.155	3,37
	Permeável	9.415.342	96,63
	Total	9.743.497	100,00
P4	Impermeável	1.265	0,12
	Permeável	1.049.845	99,88
	Total	1.051.110	100,00

Tabela 111 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA III

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
A	Impermeável	169.991	3,62
	Permeável	4.520.806	96,38
	Total	4.690.797	100,00
R3/Q3	Impermeável	24.084.356	40,38
	Permeável	35.554.882	59,62
	Total	59.639.238	100,00

Tabela 112 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA IV

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	9.825.463	4,22
	Permeável	223.222.828	95,78
	Total	233.048.291	100,00
P2	Impermeável	176.668	0,48
	Permeável	36.612.838	99,52
	Total	36.789.506	100,00
P3	Impermeável	334.390	1,52
	Permeável	21.696.367	98,48
	Total	22.030.758	100,00
P4	Impermeável	1.126.219	0,67
	Permeável	166.204.470	99,33
	Total	167.330.690	100,00

Tabela 113 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA IV

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
F	Permeável	917.688	100,00
F/Q/M	Permeável	298.506	100,00
PPC	Impermeável	1.007.046	1,14
	Permeável	87.685.266	98,86
	Total	88.692.313	100,00
R3/Q3	Impermeável	962.642	1,73
	Permeável	54.722.385	98,27
	Total	55.685.027	100,00
R4	Impermeável	9.493.052	2,97
	Permeável	309.810.392	97,03
	Total	319.303.444	100,00

Tabela 114 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA V

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	12.985.611	14,59
	Permeável	76.002.129	85,41
	Total	88.987.740	100,00
P2	Impermeável	440.482	0,82
	Permeável	53.256.734	99,18
	Total	53.697.216	100,00
P3	Impermeável	801.206	11,89
	Permeável	5.936.301	88,11
	Total	6.737.507	100,00
P4	Impermeável	473.840	0,97
	Permeável	48.356.403	99,03
	Total	48.830.243	100,00

Tabela 115 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA V

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
F	Impermeável	184.198	1,26
	Permeável	14.401.701	98,74
	Total	14.585.899	100,00
PPC	Impermeável	8.336.208	9,61
	Permeável	78.386.659	90,39
	Total	86.722.867	100,00
R3/Q3	Impermeável	3.603.495	7,45
	Permeável	44.747.562	92,55
	Total	48.351.056	100,00
R4	Impermeável	2.577.239	5,30
	Permeável	46.015.645	94,70
	Total	48.592.884	100,00

Tabela 116 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA VI

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	38.923.599	3,36
	Permeável	1.119.019.371	96,64
	Total	1.157.942.970	100,00
P2	Impermeável	390.407	0,64
	Permeável	60.471.008	99,36
	Total	60.861.415	100,00
P3	Impermeável	2.578.159	3,63
	Permeável	68.470.518	96,37
	Total	71.048.677	100,00
P4	Impermeável	6.237.640	2,56
	Permeável	237.567.776	97,44

Total	243.805.416	100,00
-------	-------------	--------

Tabela 117 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA VI

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
A	Impermeável	376.607	3,22
	Permeável	11.309.123	96,78
	Total	11.685.730	100,00
BambuÍ	Impermeável	12.780.475	1,84
	Permeável	683.198.015	98,16
	Total	695.978.490	100,00
F	Impermeável	2.325.231	2,71
	Permeável	83.561.471	97,29
	Total	85.886.702	100,00
PPC	Impermeável	1.588.805	1,08
	Permeável	145.082.332	98,92
	Total	146.671.138	100,00
R3/Q3	Impermeável	9.654.636	2,46
	Permeável	383.099.709	97,54
	Total	392.754.345	100,00
R4	Impermeável	21.412.866	10,57
	Permeável	181.242.113	89,43
	Total	202.654.979	100,00

Tabela 118 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA VII

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	13.998.899	2,98
	Permeável	455.601.218	97,02
	Total	469.600.118	100,00
P2	Impermeável	197.547	0,99
	Permeável	19.841.808	99,01
	Total	20.039.354	100,00
P3	Impermeável	59.162	0,43
	Permeável	13.817.736	99,57
	Total	13.876.898	100,00
P4	Impermeável	2.478.023	0,84
	Permeável	293.874.763	99,16
	Total	296.352.786	100,00

Tabela 119 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA VII

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
BambuÍ	Impermeável	6.703.538	1,67
	Permeável	394.313.184	98,33
	Total	401.016.722	100,00
F	Impermeável	4.544.611	1,22
	Permeável	366.945.212	98,78
	Total	371.489.823	100,00
R3/Q3	Impermeável	4.232.776	32,16
	Permeável	8.928.937	67,84
	Total	13.161.713	100,00
R4	Impermeável	1.253.928	8,81
	Permeável	12.978.728	91,19
	Total	14.232.657	100,00
F	Impermeável	79	100,00

Tabela 120 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA VIII

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	3.384.902	87,95
	Permeável	463.734	12,05
	Total	3.848.635	100,00
P4	Impermeável	13.233	100,00

Tabela 121 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA VIII

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
A	Impermeável	3.349.868	87,99
	Permeável	457.076	12,01
	Total	3.806.944	100,00
S/A	Impermeável	48.267	87,88
	Permeável	6.658	12,12
	Total	54.924	100,00

Tabela 122 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA IX

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	33.386.401	33,03
	Permeável	67.700.533	66,97
	Total	101.086.935	100,00
P2	Permeável	358.151	100,00
P3	Impermeável	654.861	18,69
	Permeável	2.848.350	81,31
	Total	3.503.212	100,00
P4	Impermeável	3.034.195	2,30
	Permeável	128.823.050	97,70
	Total	131.857.245	100,00

Tabela 123 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA IX

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
Araxá	Impermeável	647.719	0,76
	Permeável	84.948.186	99,24
	Total	85.595.904	100,00
R3/Q3	Impermeável	30.182.263	53,75
	Permeável	25.970.225	46,25
	Total	56.152.488	100,00
R4	Impermeável	6.245.476	6,48
	Permeável	90.066.355	93,52
	Total	96.311.831	100,00

Tabela 124 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA X

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	15.572.347	63,20
	Permeável	9.069.089	36,80
	Total	24.641.436	100,00
P3	Impermeável	122.270	28,77
	Permeável	302.793	71,23
	Total	425.063	100,00
P4	Impermeável	81.167	37,06
	Permeável	137.835	62,94
	Total	219.001	100,00

Tabela 125 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA X

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
A	Impermeável	15.019.009	63,87
	Permeável	8.496.862	36,13
	Total	23.515.870	100,00
S/A	Impermeável	756.774	42,76
	Permeável	1.012.855	57,24
	Total	1.769.630	100,00

Tabela 126 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XI

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	2.773.359	100,00

Tabela 127 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XI

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
A	Impermeável	2.773.359	100,00

Tabela 128 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XII

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	20.387.903	42,38
	Permeável	27.720.345	57,62
	Total	48.108.248	100,00
P3	Impermeável	371.242	11,51
	Permeável	2.854.702	88,49
	Total	3.225.944	100,00
P4	Impermeável	1.307.952	2,61
	Permeável	48.871.197	97,39
	Total	50.179.149	100,00

Tabela 129 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XII

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
Araxá	Impermeável	678.808	1,49
	Permeável	44.925.417	98,51
	Total	45.604.226	100,00
R3/Q3	Impermeável	17.834.411	54,64
	Permeável	14.804.670	45,36
	Total	32.639.081	100,00
R4	Impermeável	3.553.878	15,27
	Permeável	19.716.158	84,73
	Total	23.270.035	100,00

Tabela 130 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XIII

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	14.423.549	11,20
	Permeável	114.325.734	88,80
	Total	128.749.283	100,00
P2	Impermeável	86.012	9,69
	Permeável	801.796	90,31
	Total	887.808	100,00
P3	Impermeável	909.072	7,12
	Permeável	11.857.927	92,88
	Total	12.766.999	100,00
P4	Impermeável	99.946	0,67
	Permeável	14.849.442	99,33
	Total	14.949.388	100,00

Tabela 131 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XIII

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
Bambuí	Impermeável	29.509	1,16
	Permeável	2.504.887	98,84
	Total	2.534.396	100,00
F	Impermeável	13.648	1,83
	Permeável	731.299	98,17
	Total	744.947	100,00
R3/Q3	Impermeável	15.162.856	13,45
	Permeável	97.532.543	86,55
	Total	112.695.399	100,00
R4	Impermeável	314.716	0,76
	Permeável	41.068.204	99,24
	Total	41.382.921	100,00

Tabela 132 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XIV

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	10.131.761	11,18
	Permeável	80.471.265	88,82
	Total	90.603.026	100,00
P2	Impermeável	204.685	1,71
	Permeável	11.770.596	98,29
	Total	11.975.281	100,00
P3	Impermeável	390.925	4,91
	Permeável	7.568.971	95,09
	Total	7.959.896	100,00
P4	Impermeável	5.690.523	2,62

Permeável	211.911.715	97,38
Total	217.602.239	100,00

Tabela 133 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XIV

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
BambuÍ	Impermeável	38.064	0,13
	Permeável	30.313.889	99,87
	Total	30.351.953	100,00
F	Impermeável	10.814.824	3,89
	Permeável	267.399.843	96,11
	Total	278.214.667	100,00
F/Q/M	Impermeável	3.614.460	49,30
	Permeável	3.717.432	50,70
	Total	7.331.891	100,00
R3/Q3	Impermeável	1.070.446	16,55
	Permeável	5.396.983	83,45
	Total	6.467.429	100,00
R4	Impermeável	880.011	15,32
	Permeável	4.864.351	84,68
	Total	5.744.362	100,00
F	Impermeável	79	0,23
	Permeável	33.795	99,77
	Total	33.874	100,00

Tabela 134 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XV

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	10.554.649	17,84
	Permeável	48.620.898	82,16
	Total	59.175.548	100,00
P2	Impermeável	6.536	4,51
	Permeável	138.451	95,49
	Total	144.987	100,00
P3	Impermeável	126.322	6,25
	Permeável	1.895.412	93,75
	Total	2.021.734	100,00
P4	Impermeável	452.126	1,14
	Permeável	39.036.714	98,86
	Total	39.488.840	100,00

Tabela 135 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XV

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
Araxá	Impermeável	771.219	1,83
	Permeável	41.322.557	98,17
	Total	42.093.777	100,00
R3/Q3	Impermeável	9.494.989	22,48
	Permeável	32.745.639	77,52
	Total	42.240.628	100,00
R4	Impermeável	873.426	5,29
	Permeável	15.623.279	94,71
	Total	16.496.705	100,00

Tabela 136 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XVI

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	22.959.427	41,34
	Permeável	32.578.198	58,66
	Total	55.537.625	100,00
P3	Impermeável	763.278	15,74
	Permeável	4.086.256	84,26
	Total	4.849.533	100,00
P4	Impermeável	7.464.785	47,16
	Permeável	8.364.344	52,84
	Total	15.829.130	100,00

Tabela 137 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XVI

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
A	Impermeável	23.820.967	59,06
	Permeável	16.514.995	40,94
	Total	40.335.962	100,00
R3/Q3	Impermeável	7.370.787	20,95
	Permeável	27.812.244	79,05
	Total	35.183.031	100,00
R4	Impermeável	187.149	16,49
	Permeável	948.058	83,51
	Total	1.135.206	100,00

Tabela 138 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XVII

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	2.266.450	43,16
	Permeável	2.984.399	56,84
	Total	5.250.849	100,00
P3	Impermeável	2.841	1,08
	Permeável	259.738	98,92
	Total	262.578	100,00
P4	Impermeável	1.224.712	9,56
	Permeável	11.584.908	90,44
	Total	12.809.620	100,00

Tabela 139 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XVII

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
A	Impermeável	1.377.676	11,12
	Permeável	11.015.315	88,88
	Total	12.392.991	100,00
R3/Q3	Impermeável	2.116.327	35,69
	Permeável	3.813.730	64,31
	Total	5.930.056	100,00

Tabela 140 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XVIII

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	1.894.893	7,74
	Permeável	22.581.716	92,26
	Total	24.476.610	100,00
P3	Impermeável	292.000	46,12
	Permeável	341.085	53,88
	Total	633.084	100,00
P4	Impermeável	15.919.021	55,03
	Permeável	13.008.160	44,97
	Total	28.927.181	100,00

Tabela 141 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XVIII

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
A	Impermeável	12.905.576	81,14
	Permeável	3.000.582	18,86
	Total	15.906.157	100,00
R3/Q3	Impermeável	4.033.533	10,95
	Permeável	32.796.642	89,05
	Total	36.830.175	100,00
R4	Impermeável	69.706	10,38
	Permeável	601.695	89,62
	Total	671.401	100,00
S/A	Impermeável	1.519.137	98,40
	Permeável	24.691	1,60
	Total	1.543.827	100,00

Tabela 142 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XIX

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	1.760.440	26,63
	Permeável	4.850.498	73,37
	Total	6.610.938	100,00

Tabela 143 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XIX

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
A	Impermeável	756.493	16,40
	Permeável	3.855.964	83,60
	Total	4.612.457	100,00
S/A	Impermeável	1.003.947	50,24
	Permeável	994.534	49,76
	Total	1.998.481	100,00

Tabela 144 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XX

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	8.365.703	71,67
	Permeável	3.307.225	28,33
	Total	11.672.929	100,00
P3	Impermeável	89.242	11,66
	Permeável	676.115	88,34
	Total	765.357	100,00
P4	Impermeável	7.716.446	75,22

Permeável	2.541.687	24,78
Total	10.258.134	100,00

Tabela 145 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XX

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
A	Impermeável	11.637.405	67,73
	Permeável	5.543.640	32,27
	Total	17.181.045	100,00
R3/Q3	Impermeável	4.533.986	82,21
	Permeável	981.388	17,79
	Total	5.515.374	100,00

Tabela 146 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XXI

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	5.046.891	16,16
	Permeável	26.191.880	83,84
	Total	31.238.771	100,00
P2	Impermeável	59.970	9,17
	Permeável	594.074	90,83
	Total	654.044	100,00
P3	Impermeável	165.566	4,66
	Permeável	3.384.220	95,34
	Total	3.549.787	100,00
P4	Impermeável	6.906	0,23
	Permeável	3.002.514	99,77
	Total	3.009.420	100,00

Tabela 147 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XXI

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
R3/Q3	Impermeável	5.279.334	13,82
	Permeável	32.910.857	86,18
	Total	38.190.191	100,00
A	Permeável	261.831	100,00

Tabela 148 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XXII

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	5.569.962	80,90
	Permeável	1.315.393	19,10
	Total	6.885.356	100,00

Tabela 149 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XXII

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
A	Impermeável	3.160.196	94,48
	Permeável	184.683	5,52
	Total	3.344.879	100,00
S/A	Impermeável	2.409.766	68,06
	Permeável	1.130.710	31,94
	Total	3.540.477	100,00

Tabela 150 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XXIII

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	157.938	39,29
	Permeável	244.030	60,71
	Total	401.969	100,00
P3	Permeável	14.878	100,00
P4	Impermeável	979.543	45,78
	Permeável	1.159.963	54,22
	Total	2.139.506	100,00

Tabela 151 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XXIII

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
A	Impermeável	103.530	24,31
	Permeável	322.381	75,69
	Total	425.911	100,00
R3/Q3	Impermeável	1.033.951	48,53
	Permeável	1.096.490	51,47
	Total	2.130.442	100,00

Tabela 152 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XXIV

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	5.112.834	6,87
	Permeável	69.263.413	93,13
	Total	74.376.247	100,00
P3	Impermeável	582.395	3,40
	Permeável	16.523.336	96,60
	Total	17.105.731	100,00
P4	Impermeável	3.329.072	12,19
	Permeável	23.977.612	87,81

Total	27.306.683	100,00
-------	------------	--------

Tabela 153 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XXIV

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
A	Impermeável	7.736.446	10,71
	Permeável	64.531.332	89,29
	Total	72.267.778	100,00
R3/Q3	Impermeável	1.287.855	2,77
	Permeável	45.233.028	97,23
	Total	46.520.883	100,00

Tabela 154 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XXV

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	3.145.157	46,88
	Permeável	3.564.140	53,12
	Total	6.709.298	100,00
P3	Impermeável	38.085	6,51
	Permeável	546.634	93,49
	Total	584.719	100,00

Tabela 155 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XXV

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
A	Impermeável	3.183.242	43,64
	Permeável	4.110.774	56,36
	Total	7.294.017	100,00

Tabela 156 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XXVI

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	13.583.789	15,15
	Permeável	76.107.217	84,85
	Total	89.691.006	100,00
P2	Impermeável	343.827	2,85
	Permeável	11.700.066	97,15
	Total	12.043.894	100,00
P3	Impermeável	628.521	6,69
	Permeável	8.762.107	93,31

	Total	9.390.628	100,00
P4	Impermeável	3.459.560	3,46
	Permeável	96.566.544	96,54
	Total	100.026.104	100,00

Tabela 157 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XXVI

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
F	Impermeável	133.003	1,62
	Permeável	8.086.324	98,38
	Total	8.219.327	100,00
PPC	Impermeável	10.760.478	14,20
	Permeável	65.031.623	85,80
	Total	75.792.101	100,00
R3/Q3	Impermeável	2.074.282	4,61
	Permeável	42.928.796	95,39
	Total	45.003.078	100,00
R4	Impermeável	5.047.936	6,15
	Permeável	77.089.190	93,85
	Total	82.137.126	100,00

Tabela 158 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XXVII

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	10.035.258	7,36
	Permeável	126.249.186	92,64
	Total	136.284.444	100,00
P2	Impermeável	111.886	6,72
	Permeável	1.554.061	93,28
	Total	1.665.947	100,00
P3	Impermeável	256.018	4,39
	Permeável	5.569.257	95,61
	Total	5.825.274	100,00
P4	Impermeável	2.885.000	3,50
	Permeável	79.515.111	96,50
	Total	82.400.111	100,00

Tabela 159 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XXVII

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
Bambuí	Impermeável	176.860	1,61
	Permeável	10.835.347	98,39
	Total	11.012.208	100,00
F	Impermeável	4.072.991	4,86
	Permeável	79.796.161	95,14
	Total	83.869.152	100,00
F/Q/M	Impermeável	1.257	1,35
	Permeável	92.111	98,65
	Total	93.368	100,00
R3/Q3	Impermeável	2.202.444	2,16
	Permeável	99.934.841	97,84
	Total	102.137.286	100,00
R4	Impermeável	6.834.608	23,69
	Permeável	22.014.472	76,31
	Total	28.849.081	100,00
F	Permeável	33.795	100,00
A	Permeável	180.887	100,00

Tabela 160 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XXVIII

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	6.102.323	20,59
	Permeável	23.533.885	79,41
	Total	29.636.208	100,00
P2	Impermeável	5.491	4,75
	Permeável	110.009	95,25
	Total	115.500	100,00
P3	Impermeável	4.490	0,67
	Permeável	662.416	99,33
	Total	666.905	100,00
P4	Impermeável	253.461	2,20
	Permeável	11.279.285	97,80
	Total	11.532.745	100,00

Tabela 161 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XXVIII

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
F	Impermeável	202.427	1,84
	Permeável	10.822.064	98,16
	Total	11.024.491	100,00
R3/Q3	Impermeável	1.437.604	10,64
	Permeável	12.070.883	89,36
	Total	13.508.487	100,00
R4	Impermeável	4.725.733	27,13
	Permeável	12.692.647	72,87
	Total	17.418.380	100,00

Tabela 162 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XXIX

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	8.597.467	29,61
	Permeável	20.437.092	70,39
	Total	29.034.559	100,00
P3	Permeável	83.779	100,00

Tabela 163 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XXIX

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
A	Impermeável	8.597.467	29,53
	Permeável	20.520.871	70,47
	Total	29.118.338	100,00

Tabela 164 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XXX

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	11.049.101	37,32
	Permeável	18.553.539	62,68
	Total	29.602.640	100,00
P3	Impermeável	682.316	24,75
	Permeável	2.074.502	75,25
	Total	2.756.818	100,00
P4	Impermeável	6.630.166	56,26
	Permeável	5.155.236	43,74
	Total	11.785.402	100,00

Tabela 165 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XXX

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
A	Impermeável	15.874.680	39,39
	Permeável	24.430.362	60,61
	Total	40.305.042	100,00
R3/Q3	Impermeável	2.486.903	64,77
	Permeável	1.352.915	35,23
	Total	3.839.818	100,00

Tabela 166 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Poroso da RA XXXI

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
P1	Impermeável	22.821	10,01
	Permeável	205.163	89,99
	Total	227.984	100,00
P2	Impermeável	3.398.083	6,58
	Permeável	48.240.681	93,42
	Total	51.638.764	100,00
P3	Permeável	153.118	100,00
P4	Impermeável	1.780.650	2,41
	Permeável	71.993.615	97,59
	Total	73.774.265	100,00

Tabela 167 – Grau de Impermeabilização dos Sistemas de Domínio Fraturado da RA XXXI

Sistema	Condição da superfície	Área (m²)	Percentual
F	Impermeável	731.017	1,70
	Permeável	42.393.195	98,30
	Total	43.124.212	100,00
PPC	Impermeável	4.370.461	9,97
	Permeável	39.455.332	90,03
	Total	43.825.793	100,00
R4	Impermeável	100.077	4,94
	Permeável	1.924.140	95,06
	Total	2.024.217	100,00
F/Q/M	Permeável	36.819.909	100,00

O gerenciamento das áreas de recarga dos sistemas aquíferos é muito importante para garantir as reservas e gerenciar a outorga de uso dos recursos hídricos subterrâneos, para isso o monitoramento do grau de impermeabilização do solo se torna imprescindível.

A garantia de percentuais mínimos de áreas permeáveis, em especial nas áreas urbanas, são importantes ferramentas para a gestão. Por isso a inclusão de temas como a recarga artificial e a definição destes percentuais mínimos devem constar dos planos diretores urbanos e territoriais e do zoneamento ecológico-econômico do Distrito Federal, instrumentos de controle da utilização do solo.

Estes fatores conjugados com ações de melhoria da gestão territorial e atualização constante dos mapeamentos e dados sobre os sistemas aquíferos e uso do solo tendem a garantir bons resultados na melhoria da gestão dos recursos hídricos, proposto no próximo item deste estudo.

6. PROPOSTA DE GESTÃO PARA OS RECURSOS HÍDRICOS

Como proposta para a gestão dos recursos hídricos subterrâneos do Distrito Federal, deverão ser abordados alguns aspectos primordiais para uma gestão efetiva, provendo a agência reguladora de dados, estudos, subsídios e instrumentos para a gestão.

O primeiro aspecto se refere ao banco de dados a ser utilizado nos cálculos e estudos, devendo ser todo georreferenciado e inserido em um sistema de informações geográficas, auxiliando no planejamento e gestão territorial, sendo essencial para os demais aspectos da gestão dos recursos hídricos.

Além de uma boa base de dados para subsidiar estudos futuros é preciso também a elaboração e incremento de instrumentos para gestão territorial e dos recursos hídricos, incluindo leis, projetos e estudos que definam parâmetros técnicos para utilização do solo e da água.

Por fim, é preciso otimizar a gestão dos recursos hídricos subterrâneos por meio do monitoramento da quantidade das reservas aquíferas dos diferentes sistemas que incidem nas várias regiões do Distrito Federal, controlando o balanço entre disponibilidade e demanda, promovendo atualização constante nos valores referentes aos volumes explotáveis e vazões outorgadas e retiradas dos sistemas, promovendo ações de recarga artificial, etc.

6.1. Banco de dados e sistema de informações geográficas

A gestão do território, incluindo os recursos hídricos, deve ter como um dos instrumentos um sistema de informações confiável e robusto, com informações georreferenciadas e com precisão, conectadas a um banco de dados com informações essenciais e uma aplicação geográfica.

Para Medeiros e Pires (2003, p. 39) “a concepção de uma aplicação geográfica deve passar pelos estágios de análise, projeto e implementação. A fase de análise concentra-se principalmente na modelagem de dados e processos”.

Para delineamento dessa proposta, foi elaborado um fluxo operacional dos processos estabelecidos (Figura 2), desde a área de gestão, coleta dos dados, a maneira como eles devem ser trabalhados, a elaboração do modelo conceitual, a

escolha do Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGDB), até a integração dos dados para análise.

Os dados sobre recursos hídricos, sejam superficiais ou subterrâneos, quase sempre podem ser materializados em representações cartográficas por meio de técnicas matemáticas e computacionais traduzidas sob o termo de geoprocessamento, uma vez que a maioria dos fenômenos acontece em um estrato delimitado no espaço geográfico.

A utilização dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG's) permite desenvolver os processos de modelagem e, conseqüentemente, a cartografia dos sistemas aquíferos, quer na vertente das reservas, disponibilidade e demanda dos recursos hídricos, quer na área da vulnerabilidade devido à diminuição das áreas de recarga ou aumento do risco de contaminação das águas.

O entendimento conceitual de um SIG inclui tanto os fenômenos estáticos, como os sistemas aquíferos, quanto os eventos dinâmicos como o uso e ocupação do solo, sendo que a localização e outras características dos fenômenos também são medidas sobre o tempo. Um SIG inclui a representação das “coisas” sendo medidas, que são, normalmente, estruturadas na forma de temas, entidades e relacionamentos (LISBOA FILHO & IOCHPE, 1999, p. 74).

Os modelos de dados geográficos devem refletir a maneira como as pessoas veem o mundo. Um dos princípios filosóficos da percepção humana dos fenômenos geográficos é que a realidade é composta de entidades exatas e de superfícies contínuas, ou seja, fenômenos visíveis, passíveis de espacialização e que seguem um padrão de homogeneidade. (BURROUGH e FRANK, 1995).

A modelagem de dados geográficos orientadas-por-objeto, como utilizado na elaboração deste estudo, está diretamente ligada ao geoprocessamento onde “cada tipo de objeto é descrito através de classes que podem obedecer a uma relação de hierarquia, e as subclasses derivadas herdam o comportamento de classes mais gerais” (CÂMARA; MEDEIROS, 2003, p.48).

É o que acontece, por exemplo, quando modelamos o domínio aquífero poroso aplicado ao grau de impermeabilização do solo. A classe referente ao sistema P1 é uma especialização do domínio poroso, que é uma especialização referente à hidrogeologia. Do mesmo modo, a classe de declividade referente ao grau de impermeabilização muito alto é uma especialização referente ao uso do

solo. Lembrando que a especialização, segundo Câmara e Medeiros (2003, p. 48) são “certas subclasses derivadas de uma classe básica”.

Mais que simples análise de variáveis e de suas especializações, “o estudo das interações entre os diversos elementos do espaço é um dado fundamental da análise” (SANTOS, 2012, p.18). Para estudar as interações entre os elementos, deve ser proposta a representação cartográfica com o uso do geoprocessamento por meio de um modelo conceitual orientado-por-objetos.

Para isto, seguindo conceitos de estudos do espaço geográfico, deve-se trabalhar com o mecanismo de agregação e seus relacionamentos. “O relacionamento de agregação permite combinar vários objetos para formar um objeto de nível semântico maior onde cada parte tem funcionalidade própria” (CÂMARA; MEDEIROS, 2003, p.48).

É preciso estabelecer um modelo conceitual aplicando aos dados referentes aos recursos hídricos, reservas aquíferas, outorgas e uso do solo, sendo este modelo de dados “um conjunto de ferramentas conceituais utilizado para descrever como a realidade geográfica será representada no sistema” (CÂMARA; MEDEIROS, 2003, p.47).

Estes modelos baseiam-se nos tipos de conceitos que são fornecidos para descrever a estrutura da base de dados, eles são uma abstração do mundo real. No modelo elaborado neste trabalho, ele é o armazenamento em um banco de dados, representando fenômenos da natureza, especialmente a utilização dos recursos hídricos e suas implicações e consequências para a sociedade.

No caso dos modelos conceituais, eles permitem representar, de maneira abstrata, formal e não ambígua, a realidade da aplicação, facilitando a comunicação entre projetistas e usuários (LISBOA FILHO & IOCHPE, 1999).

A modelagem conceitual é sempre feita com base em algum formalismo conceitual (ex.: Entidade-Relacionamento, Orientação a Objetos) [Eur 96]. O resultado do processo de modelagem, denominado esquema conceitual, é apresentado através de uma linguagem formal de descrição que pode estar expressa através de uma sintaxe e/ou uma notação gráfica. Para cada formalismo conceitual podem existir diversas linguagens de descrição de esquema que são compatíveis com o formalismo (LISBOA FILHO & IOCHPE, 1999, p. 70).

O Modelo de Dados Conceitual utiliza conceitos tais como Temas, Entidades, Atributos e Relacionamentos. Um atributo é uma propriedade que descreve algum

aspecto de um objeto. Relacionamentos entre objetos são facilmente representados em modelos de dados de alto-nível, que são algumas vezes chamados de Modelos Baseados em Objeto devido, principalmente, a sua característica de descreverem objetos e seus relacionamentos (TAKAI, ITALIANO & FERREIRA, 2005).

Criar um modelo de dados geográficos é uma tarefa complexa pois envolve a representação discreta de uma realidade que é contínua e espacial [...]. Esta preocupação tem levado a um número de formulações conceituais para modelos de dados geográficos e a um crescente interesse em conceitos de orientação a objetos. (MEDEIROS; PIRES, 2003, p.39).

O modelo conceitual elaborado para este estudo e que deverá ser utilizado pela ADASA é do tipo Orientado a Objetos (O-O) e sua utilização deve-se ao fato deste oferecer um ambiente mais propício para dados geográficos, possibilitando uma melhor representação do mundo real diretamente no modelo conceitual, ao oferecer mecanismos de abstração capazes de modelar situações complexas como objetos geométricos (BORGES, 1997).

O modelo utilizado é composto por quatro conceitos: Tema; Entidade; Atributo e; Relacionamento. O Tema é um agrupamento de fenômenos baseados em suas características, relacionamentos e outras propriedades; Os objetos que compõem a realidade são as Entidades; as características que se deseja conhecer sobre os objetos que compõem a realidade, ou a maneira como elas interferem na ocorrência dos eventos, são os Atributos; e a forma como os objetos interagem entre si constitui o Relacionamento.

Uma entidade é algo do mundo real que possui uma existência independente. Uma entidade pode ser um objeto com uma existência física - uma pessoa, carro ou empregado - ou pode ser um objeto com existência conceitual - uma companhia, um trabalho ou um curso universitário. Cada entidade tem propriedades particulares, chamadas atributos, que a descrevem. [...]. Uma entidade em particular terá um valor para cada um de seus atributos. Os valores de atributos que descrevem cada entidade ocupam a maior parte dos dados armazenados na base de dados (TAKAI, ITALIANO & FERREIRA, 2005, p.23).

Uma entidade corresponde à representação de todo e qualquer substantivo, concreto ou abstrato, sobre o qual precisa armazenar e/ou recuperar informações. Toda entidade deve possuir um identificador único ou uma chave primária, essencial

para identificar uma entidade. Cada entidade representa um conjunto de processos, coisas ou conceitos sobre os quais se precisa de informações.

Para a elaboração do sistema de informações geográficas a ADASA deverá realizar um trabalho de organização das bases de dados, padronizando as informações, georreferenciando e compatibilizando as escalas dos produtos cartográficos, criando um modelo conceitual orientado a objetos, definindo o sistema gerenciador de banco de dados e a arquitetura desse sistema.

6.2. Gestão do território relacionado aos recursos hídricos

De acordo com a Constituição Federal (CF/88, art.5º, XXII), todos têm “direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

Em interpretação da Constituição de 1988, é possível estabelecer a importância ambiental relacionada ao interesse público, mesmo quando se fala em direito de propriedade, devendo esse ser exercido com vistas a atender a função social da terra, em que se insere a proteção do meio ambiente e o uso racional dos recursos hídricos e do solo. Tal direito confere um grau de proteção ambiental também aos recursos hídricos subterrâneos, devendo ser levado em consideração no caso do disciplinamento do uso do solo e na manutenção de graus de permeabilidade para manutenção do ciclo hidrológico.

A política urbana, por meio do Plano Diretor, estabelece as regras necessárias para garantir a sustentabilidade e proteção ambiental, incluída a segurança pela redução dos riscos de danos causados pelo rápido processo de urbanização, definindo parâmetros e índices urbanísticos para o funcionamento dos sistemas ambientais.

O Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/01), regulamentou os artigos 182 e 183 da Constituição Federal de 1988, estabelecendo normas que regulam o uso do solo urbano e rural em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental (Lei nº 10.257/2001, art. 1º, parágrafo único) o que significa a confirmação da preocupação com o meio ambiente nas discussões relativas às cidades, em nível de norma geral.

O Estatuto da Cidade estabelece em seu art. 2º, VIII. “A adoção de padrões de produção e consumo de bens e serviços e de expansão urbana compatíveis com

os limites da sustentabilidade ambiental, social e econômica do município e do território sob sua área de influência”. O consumo responsável, além de reduzir os resíduos sólidos urbanos também devem ser pensados como redutores de consumo dos recursos hídricos, além disso, a compatibilidade da expansão urbana, concernente ao uso e ocupação do solo, deve levar em consideração a questão da impermeabilização.

A ordenação e o controle do uso do solo referem-se à competência legislativa e administrativa dos municípios, devendo buscar a sustentabilidade ambiental para o espaço urbano, evitando também danos na área rural e no território de outros municípios vizinhos ou sob o risco de sofrer impactos, como, por exemplo, os localizados na mesma bacia hidrográfica ou sistema aquífero.

O parcelamento do solo e a edificação são atividades submetidas aos órgãos e entidades licenciadoras que, a partir das normas fixadas, vão impedir a instalação de empreendimentos que estejam em desacordo e que provocarão o uso excessivo ou inadequado em relação à infraestrutura urbana.

Para as atualizações dos Planos Diretores e Zoneamento Ecológico-Econômico do Distrito Federal, os índices urbanísticos deverão ser definidos também em função da necessidade de recarga dos sistemas aquíferos, prevendo dispositivos de recarga artificiais nas áreas consolidadas.

6.3. Impermeabilização e áreas de recarga artificial dos aquíferos

A prática de recarga artificial consiste de qualquer processo que induza a infiltração ou injeção de água nos sistemas aquíferos, podendo ser por meio de caixas ou barragens de infiltração, espalhamento de água sobre o solo, sulcos paralelos às curvas de nível, poços de injeção, etc. (FETTER 1994).

Dentre as vantagens de se adotar técnicas de recarga artificial destaca-se o controle, a manutenção ou a elevação dos níveis de água dos sistemas subterrâneos, o controle da subsidência do terreno, a depuração de contaminantes e a mineralização das águas infiltradas. Além disso, a recarga artificial pode gerar uma reserva estratégica de água, para períodos de escassez.

Além das vantagens de se desenvolver e aplicar projetos de recarga artificial dos aquíferos, ainda há a necessidade por imposição legal. A Resolução 153/2013 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos estabelece critérios e diretrizes para implantação de recarga artificial de aquíferos no território Brasileiro. A Lei 3.793, de

02 de fevereiro de 2006, institui, no Distrito Federal, o sistema de recarga artificial de aquíferos e dá outras providências.

O estudo técnico “DIRETRIZES PARA O DESENVOLVIMENTO DE RECARGA ARTIFICIAL DE AQUÍFEROS NO DISTRITO FEDERAL”, (ADASA, 2015) definiu métodos de recarga artificial e uma proposta de operacionalização dessa recarga que deverá ser colocada em prática em acordo com os instrumentos de gestão do território.

Para auxiliar na implementação destas diretrizes, sugere-se a adoção das RA como unidade de gerenciamento, estabelecendo prioridades na instalação de dispositivos de recarga artificial nas regiões com maior grau de impermeabilização, conforme observado no Capítulo 5 do presente relatório, que traz, entre outros dados, o percentual de áreas classificadas como impermeáveis.

Por exemplo, deverão ser priorizadas na instalação de dispositivos de recarga artificial as Regiões Administrativas Núcleo Bandeirantes (XVIII), Ceilândia (XI) e Samambaia (XXII), que apresentam os maiores graus de impermeabilização, com a região de Samambaia sendo quase toda classificada como impermeável.

6.4. Gestão dos recursos hídricos subterrâneos de acordo com a RA

Por fim, sugere-se que a ADASA, além de levar em consideração os sistemas aquíferos na realização de cálculo de reservas explotáveis e volumes utilizados, também leve em consideração as RA para fins de gestão.

Mesmo as delimitações das RA sendo limites imaginários e estritamente políticos, não levando em consideração o ambiente natural ou a delimitação de sistemas ambientais, elas representam regiões estratégicas por reunirem características administrativas de gestão, ou seja, a definição de diretrizes de uso do solo por exemplo, diretamente relacionada às delimitações políticas, possuem maior eficácia quando pensadas em conjunto com o setor administrativo.

A proposta para esse tipo de gestão é levar em consideração o percentual predominante de impermeabilização como fator de redução do volume explotável. Por exemplo, a RA XXVI, de Sobradinho II, possui 17% de utilização do volume explotável referente aos sistemas de domínio fraturado que possui quase 9% de sua área classificada como impermeável. Ou seja, em um cenário conservador, onde 17% de reserva explotável já é utilizada nesta RA, ela possui um fator de diminuição na sua recarga da ordem de 9%, assim, podemos dizer que menos de 70% da

reserva explotável originalmente calculada para esta RA está disponível para outorga no sistema fraturado. Da mesma forma pode-se estabelecer este valor para todas as RA do Distrito Federal com base nos dados apresentados neste relatório.

Uma forma de deixar o percentual de redução mais preciso com relação à sua localização seria elaborar um coeficiente de redução da infiltração de acordo com o uso do solo, da mesma forma como o coeficiente de escoamento superficial (*runoff*) é utilizado nos cálculos de vazão para projetos de drenagem urbana. A proposta é a realização de um estudo para definir o coeficiente de redução da infiltração de acordo com o uso do solo e grau de impermeabilização.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização do diagnóstico e proposta de gestão das reservas e disponibilidades das águas subterrâneas no Distrito Federal, considerando as diferentes regiões administrativas e a situação atual de uso e ocupação do solo foi possível por meio da utilização de ferramentas de geoprocessamento aliadas aos estudos anteriores a estes que estabeleceram os parâmetros para o cálculo dos valores de reservas dos recursos hídricos subterrâneos.

O cálculo da demanda atingiu os objetivos propostos neste estudo, determinando os valores de reserva permanente, reserva explotável, vazão utilizada, reserva disponível para uso, entre outros, onde os dados referentes às delimitações dos sistemas aquíferos, divididos em porosos e fraturados, foram incorporados ao sistema de informações geográficas e os dados dos cálculos foram interpolados por meio de técnicas de geoprocessamento.

A identificação destes dados sobre os recursos hídricos com os dados das Regiões Administrativas forneceu um quadro sobre a possibilidade de gestão por meio de delimitação político-administrativa, facilitando a integração de instrumentos de gestão do território com os de gestão dos recursos hídricos.

A atualização do mapeamento de uso de solo forneceu importantes subsídios para a definição do grau de impermeabilização das áreas, posteriormente definidas como impermeáveis e permeáveis, dando origem a um mapeamento determinante para a priorização de instalação de dispositivos de recarga artificial ou, até mesmo, a definição de cortes nos valores de reserva explotável.

Por fim, é possível estabelecer que este relatório forneceu importantes subsídios para a gestão dos recursos hídricos, conjugando dados dos ambientes naturais com dados políticos e sociais, culminando em ações para uma proposta de gestão das reservas e disponibilidade das águas subterrâneas.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADASA, Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. Gestão de recursos hídricos subterrâneos no Distrito Federal: diretrizes, legislação, critérios técnicos, sistema de informação geográfica e operacionalização. Brasília, 2007.

ADASA, Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. Diretrizes para o desenvolvimento de recarga artificial de aquíferos no Distrito Federal. Brasília, 2015.

BORGES, K.A.V. **Modelagem de Dados Geográficos – Uma extensão do modelo OMT para Aplicações Geográficas**. Dissertação de Mestrado, Mestrado em Administração Pública, Belo Horizonte: Escola de Governo João Pinheiro, 1997.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado, 1988.

BRASIL. Estatuto da Cidade: Lei 10.257/2001 que estabelece diretrizes gerais da política urbana. Brasília, Câmara dos Deputados, 2001, 1a Edição

BURROUGH, P.A.; e FRANK, A.U. Concepts and paradigms in spatial information: are current geographical information systems truly generic? **International Journal of Geographical Information Systems**, 9:101-116, 1995.

CAMARA, G.; MEDEIROS, J. S. Princípios Básicos em Geoprocessamento. In: ASSAD, E. D., SANO, E. E. Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura. 2. ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa, 2003. p. 411-424.

GONÇALVES, M. **Geossistemas da Bacia do Rio Tibagi: Uma Proposta de Zoneamento Geográfico**. Dissertação de Mestrado. Departamento de Geociências, Mestrado em Geografia, Meio Ambiente e Desenvolvimento, Londrina: Edição do Autor, 2009.

LISBOA F., J.; e IOCHPE, C. Um Estudo sobre Modelos Conceituais de Dados para Projeto de Bancos de Dados Geográficos. **Revista IP-Informática Pública**. Belo Horizonte, V.1 nº2, 1999.

MEDEIROS, C. B.; PIRES, F.. Bancos de Dados e Sistemas de Informações Geográficas. In: ASSAD, E. D., SANO, E. E. Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura. 2. ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa, 2003. p. 411-424.

SANTOS, M. Espaço e Método. 5ª Edição. São Paulo: EDUSP, 2012.

TAKAI, O. K.; ITALIANO, I. C.; FERREIRA, J. E. Introdução a Banco de Dados. São Paulo: DCC-IME-USP. 2005.