Sustainability Index for Catchment Areas

Bakker F., Roig, H.L., Lorz, C., Rodrigues S., Höfer R.

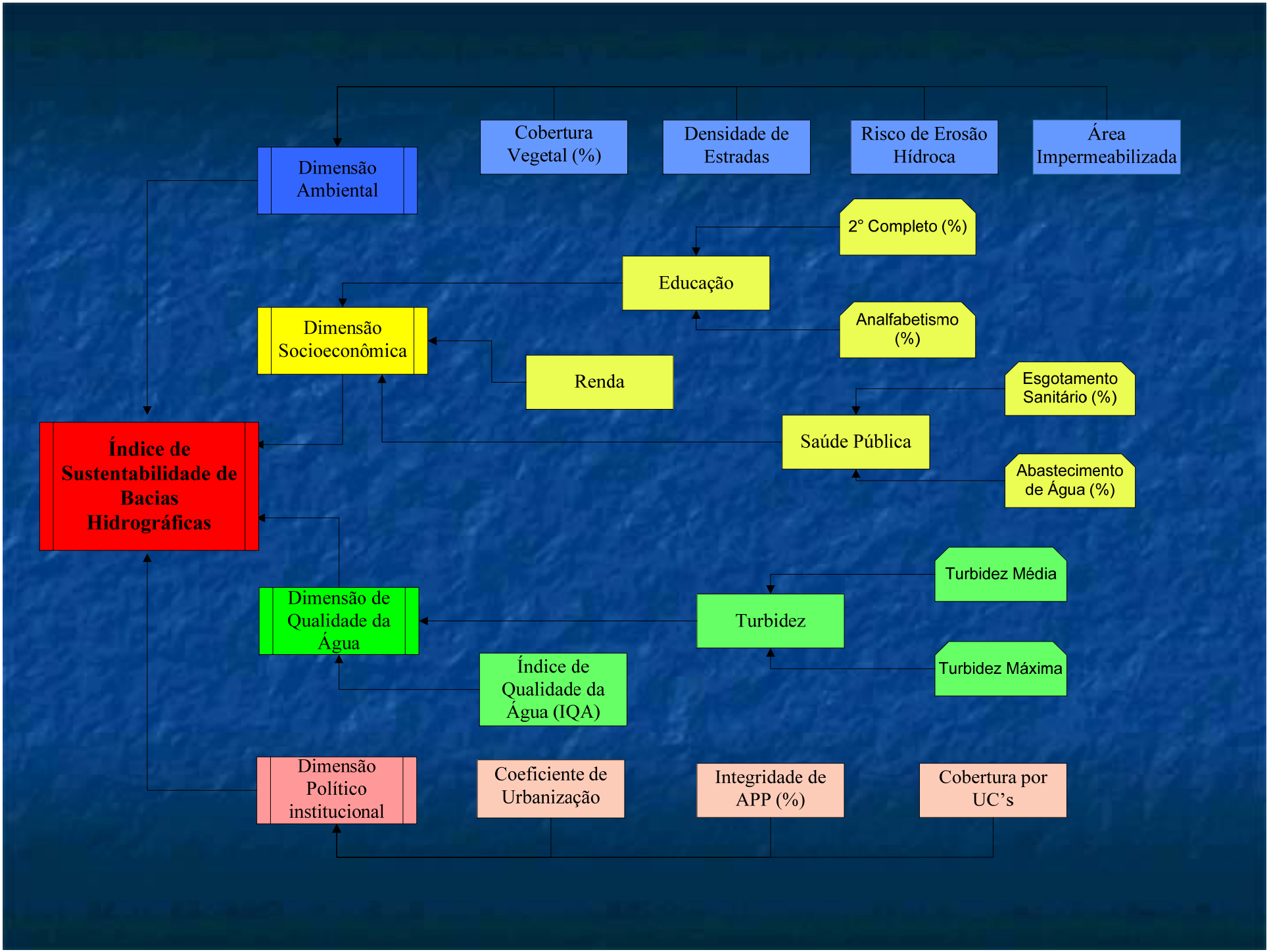
Final Workshop -Project IWAS
ÁGUA DF
Integrated Water Resources Management in Distrito Federal – DF
June 4-6, 2013

Background and aims

- This study started 2008 with master thesis.
- Then during the Água DF project we tried to make this approach more feasible.

Questions

- What happened in the last 30 years in 11 Catchment Areas?
- How changes in land use influenced the water resources?
- Compose an index or indicator able to subsidize decision makers towards sustainable use of water resources.


Índice de Sustentabilidade de Bacias Hidrográficas
Dimensão Ambiental
Cobertura Vegetal (%)
Densidade de Estradas
Risco de Erosão Hídroca
Área Impermeabilizada
Dimensão Socioeconômica
Educação
2° Completo (%)
Analfabetismo (%)
Renda
Saúde Pública
Esgotamento Sanitário (%)
Abastecimento de Água (%)
Dimensão de Qualidade da Água
Turbidez
Turbidez Média
Turbidez Máxima
Índice de Qualidade da Água (IQA)
Dimensão Político institucional
Coeficiente de Urbanização
Integridade de APP (%)
Cobertura por UC's

Sustainability Index for Catchment Areas (SICA)

- Environment Indicator (EI)
- Water Quality Indicator (WQI)
- Institutional Indicator (II)

$$SICA = (EI + WQI + II)/3$$

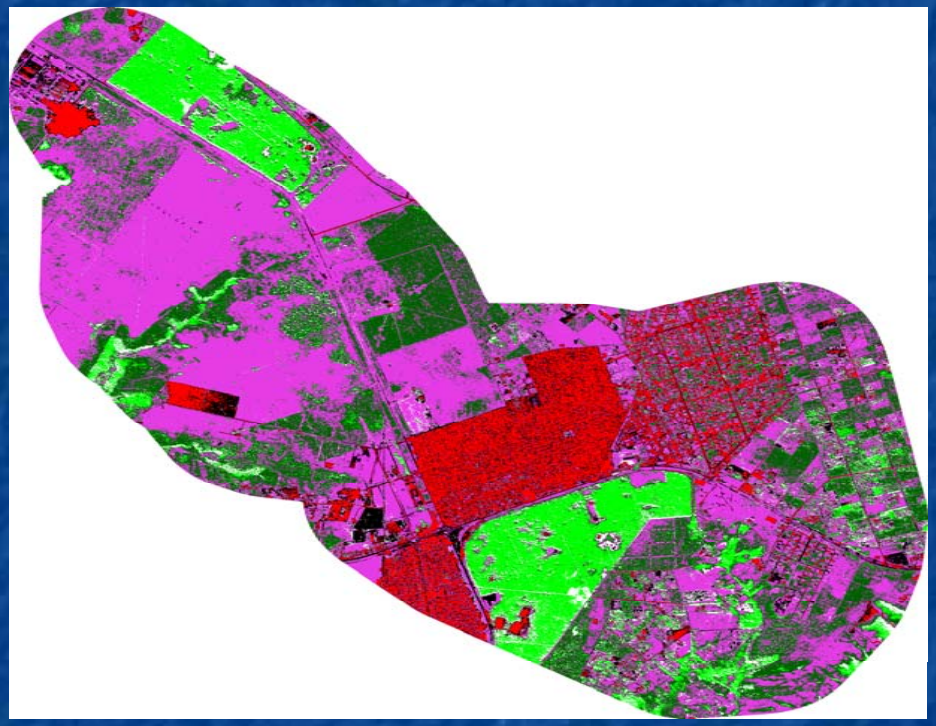
Environment Indicator (EI)

$$EI = \{IVC\ (0\text{-}1) + ISL(0\text{-}1) + IRD(0\text{-}1) + ISA(0\text{-}1)\}/4$$

Onde:

(IVC) = index of vegetation cover
(ISL) = Indicator of Soil Loss - Universal Soil Loss Equation (USLE)
(IRD) = Indicator road density
(ISA) = Indicator sealed area

Indicator sealed area



Classes de uso e ocupação	AI
Consolidada alta densidade	91%
Consolidada baixa densidade	55%
Consolidação/parcelamento urbano	37%
Solo exposto/estradas	59%
Pastagem degradada	23%
Chácaras/parcelamento rural	20%
Agrícola grande porte < que 20 hectares	18%
Agrícola pequeno porte > que 20 hectares	17%
Pastagem/regeneração inicial	15%
Regeneração avançada	2%
Reflorestamento	4%
Vegetação nativa	0.5%

Index of Vegetation Cover

- Classificação espectral NDVI (ENVI 4.3).
  Relacionados com a quantidade de folhas verdes.
- Classificação Máxima Verossimilhança (ENVI 4.3).

Porcentagem de cobertura vegetal (CV)	Pontuação
CV >90	1
90 ≥ CV > 80	0.8
80 ≥ CV > 70	0.6
70 ≥ CV > 60	0.4
60 ≥ CV >50	0.2
CV ≤ 50	0

Classe de uso e ocupação do solo	CV
Consolidado alta densidade	1 %
Área degradada/estradas	3 %
Consolidada baixa densidade	27 %
Parcelamento urbano	39 %
Regeneração inicial	42 %
Área de agricultura maior que 20 hectares	44 %
Área de agricultura menor que 20 hectares	51 %
Parcelamento rural	58 %
Reflorestamento	77 %
Regeneração avançada	84 %
Vegetação Nativa	99 %

Indicator of Soil Loss

Universal Soil Loss Equation (USLE)

Porcentagem da bacia com perda de solo (PS) acima de 100 (t/ha/ano)	Pontuação
PS > 12	0
12 ≥ PS > 9	0.2
9 ≥ PS > 6	0.4
6 ≥ PS > 4	0.6
4 ≥ PS > 2	0.8
PS ≤ 2	1

Indicator road density

- Correlation between roads, specially unpaved roads, and sediment generation.
- No drainage infrastructure like detention pond, barraginhas and so on.
- Weak point

RD = L/ Am

L = Road length on the catchment area
AC = Area of the catchment

Road Dendity (RD)	Score
$RD \leq 2$	1
$2 < RD \leq 2.5$	0.8
$2.5 < RD \leq 3$	0.6
$3 < RD \leq 4$	0.4
$4 < RD \leq 5$	0.2
$RD > 5$	0

Water Quality Indicator (WQI)

WQI = (WQindex + IT)/2

from:

(WQindex) = Water Quality Index
(T) = Turbidity Indicator

Water Quality Index

- Data from CAESB. one measure each two month
- 10% of the lower data from the period

(WQindex)	Score
$WQi > 90$	1
$80 < WQi \leq 90$	0.8
$70 < WQi \leq 80$	0.6
$60 < WQi \leq 70$	0.4
$50 < WQi \leq 60$	0.2
$WQi \leq 50$	0

Turbidity Indicator

- Directly influences the treatment. Increased costs.
- Reflect well the catchment area situation;
- Indicator calculation: mean between the normalization of 10% Max turbidity, and the mean turbidity.

Institutional Indicator (II)

II= {ISU(0-1) + IAPP(0-1) + SUC(0-1)}/3

Onde:

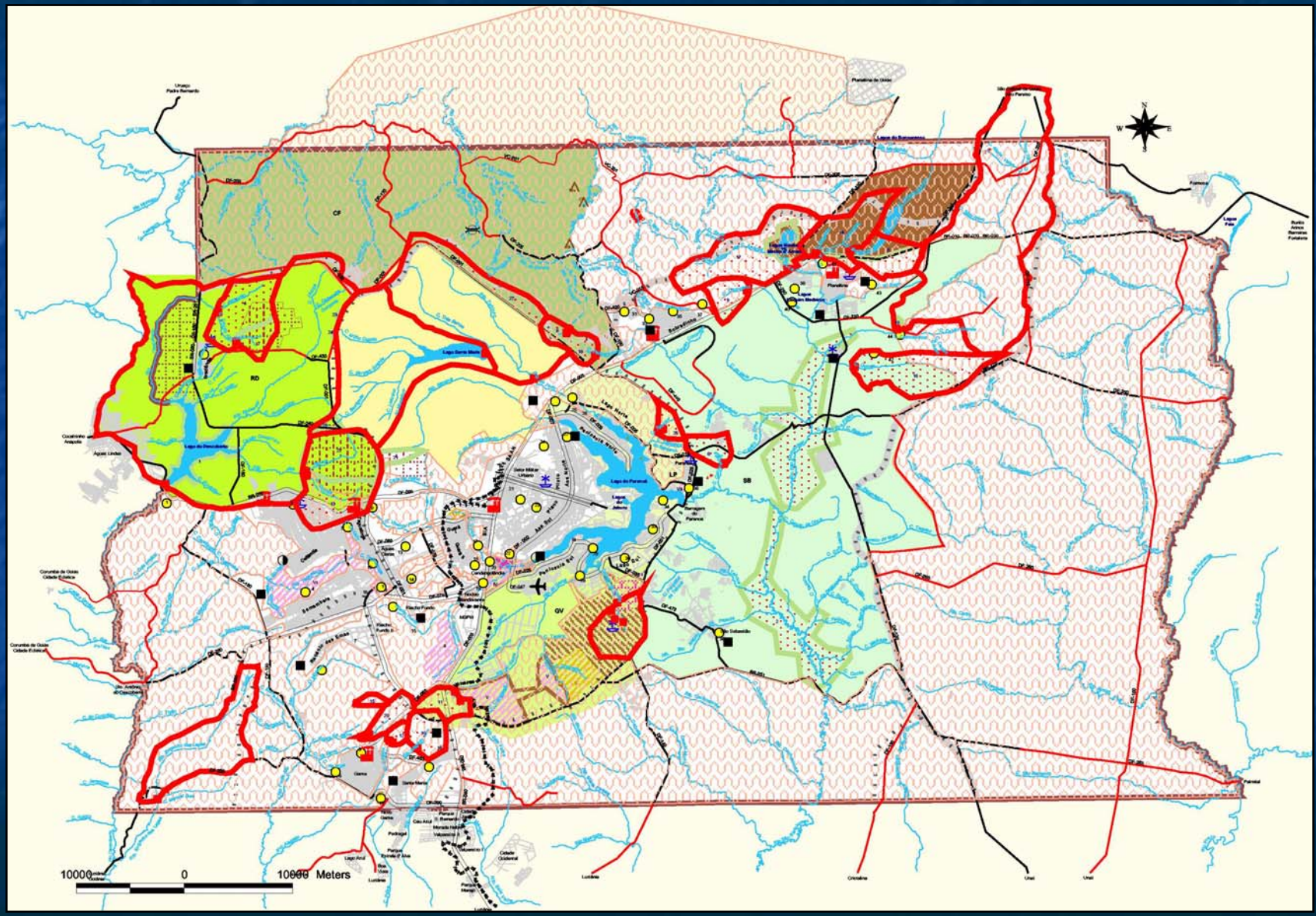
(ISU) = Indicator of surrounding areas urbanization

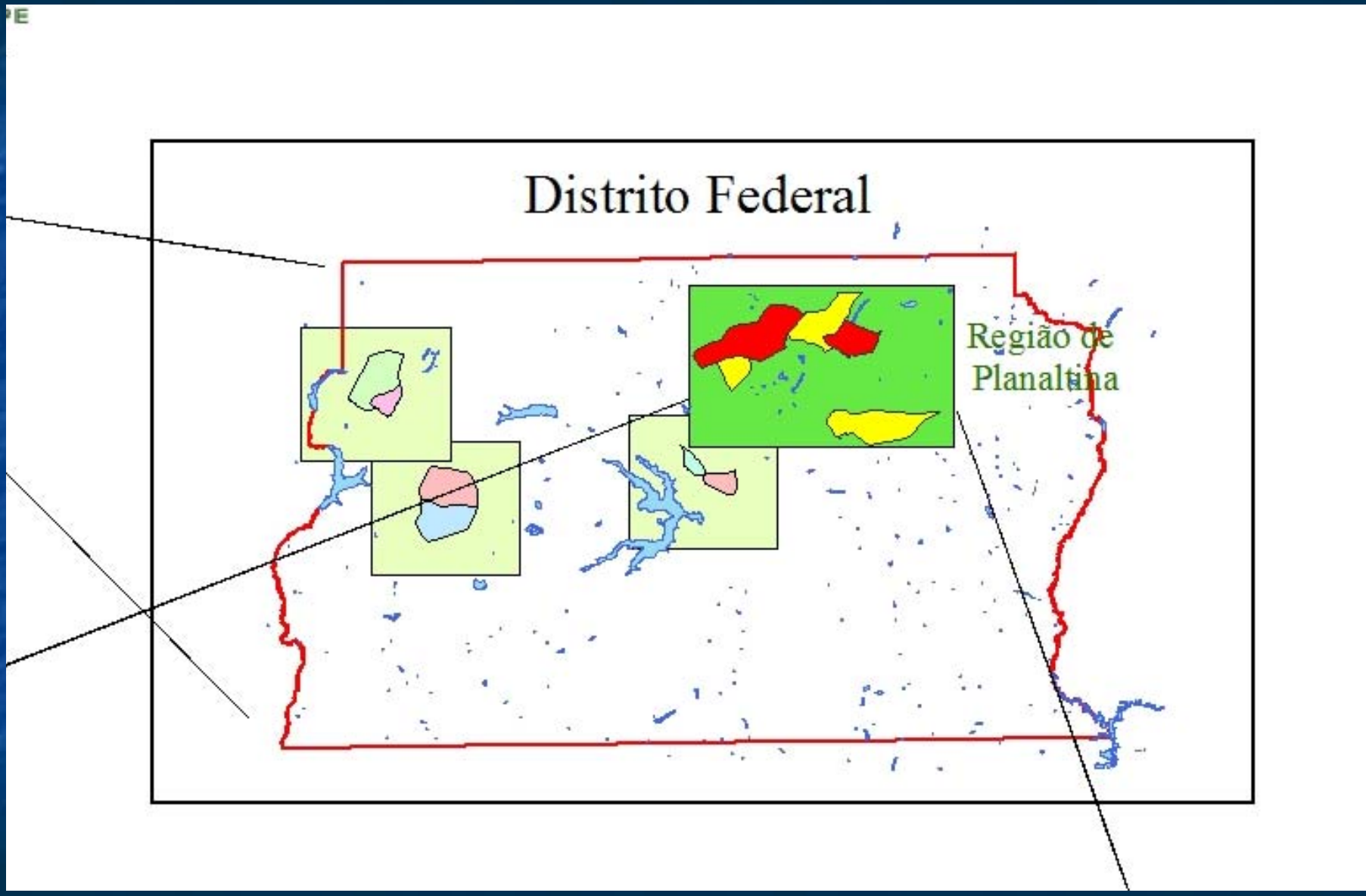
(IPPA) = Indicator of Permanent Preservation Areas Integrity

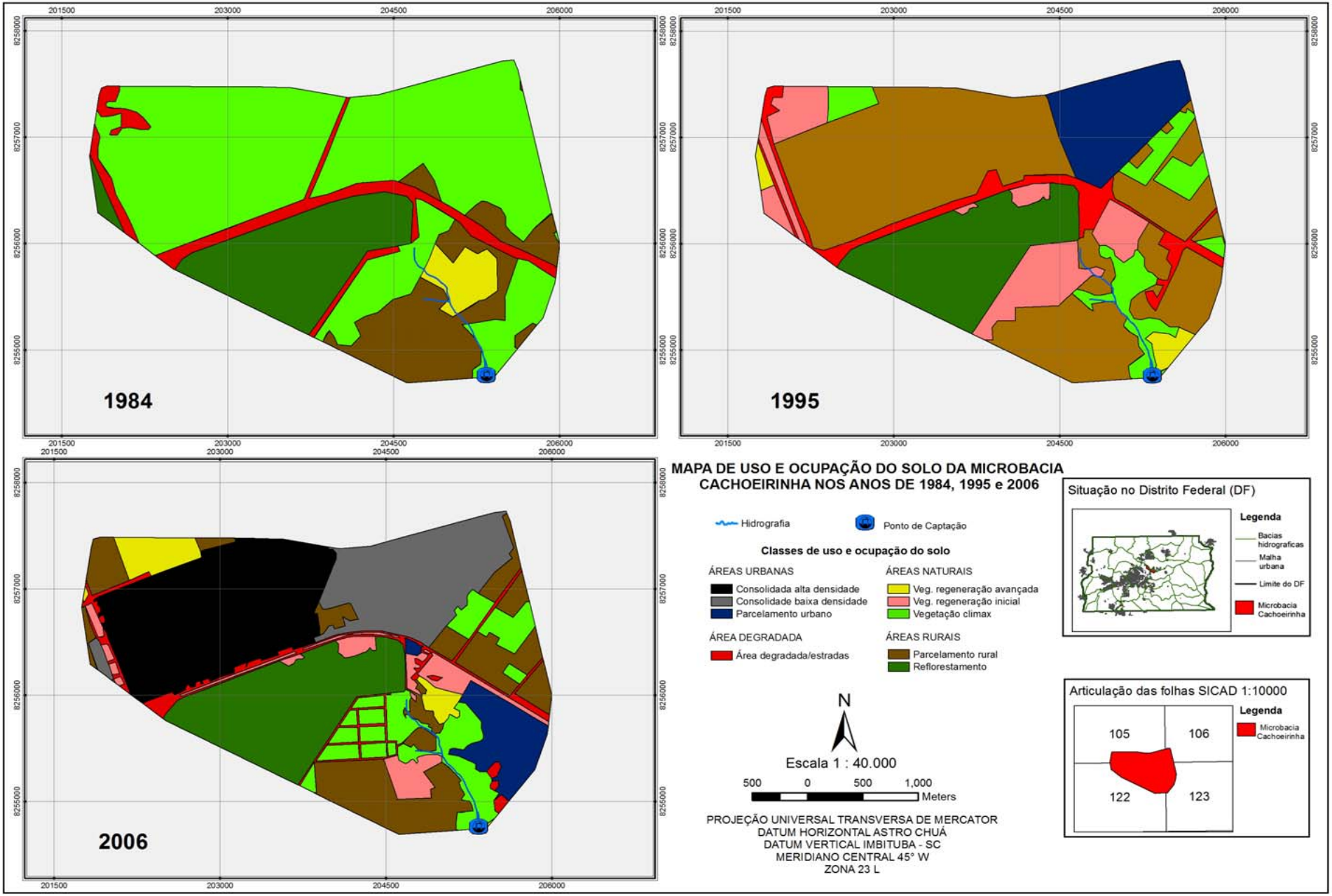
(ICUC) = Indicator of Conservation Unit Coverage

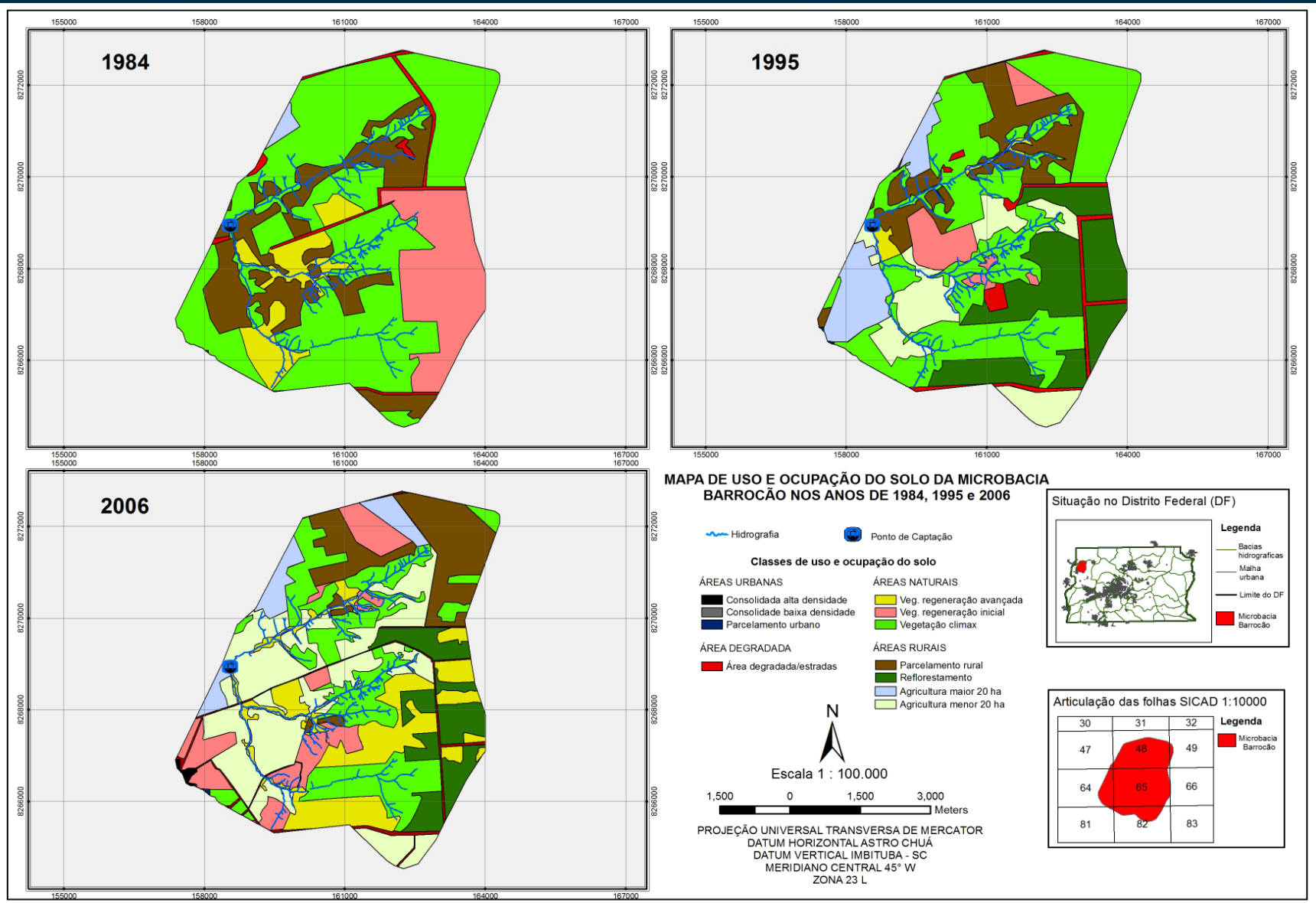
Application SICA

- 11 Catchment Areas
- Temporal Analysis 1984, 1995, 2006 and 2012.
- Data base (Land use map and CAESB data).


CF
RD
GV
SB
LP
10000 0 10000 Meters


Distrito Federal
Região de
Planaltina


201500
203000
204500
206000
8258000
8257000
8256000
8255000
1984
1995
2006
MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA MICROBACIA CACHOEIRINHA NOS ANOS DE 1984, 1995 e 2006
Hidrografia
Ponto de Captação
Classes de uso e ocupação do solo
ÁREAS URBANAS
Consolidada alta densidade
Consolidade baixa densidade
Parcelamento urbano
ÁREAS NATURAIS
Veg. regeneração avançada
Veg. regeneração inicial
Vegetação climax
ÁREA DEGRADADA
Área degradada/estradas
ÁREAS RURAIS
Parcelamento rural
Reflorestamento
N
Escala 1 : 40.000
500 0 500 1,000
Meters
PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM HORIZONTAL ASTRO CHUÁ
DATUM VERTICAL IMBITUBA - SC
MERIDIANO CENTRAL 45° W
ZONA 23 L
Situação no Distrito Federal (DF)
Legenda
Bacias hidrograficas
Malha urbana
Limite do DF
Microbacia Cachoeirinha
Articulação das folhas SICAD 1:10000
Legenda
Microbacia Cachoeirinha
105
106
122
123



MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA MICROBACIA BARROCÃO NOS ANOS DE 1984, 1995 e 2006

Hidrografia

Ponto de Captação

Classes de uso e ocupação do solo

ÁREAS URBANAS
- Consolidada alta densidade
- Consolidade baixa densidade
- Parcelamento urbano

ÁREAS NATURAIS
- Veg. regeneração avançada
- Veg. regeneração inicial
- Vegetação climax

ÁREA DEGRADADA
- Área degradada/estradas

ÁREAS RURAIS
- Parcelamento rural
- Reflorestamento
- Agricultura maior 20 ha
- Agricultura menor 20 ha

N

Escala 1 : 100.000

1,500 0 1,500 3,000 Meters

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM HORIZONTAL ASTRO CHUÁ
DATUM VERTICAL IMBITUBA - SC
MERIDIANO CENTRAL 45° W
ZONA 23 L

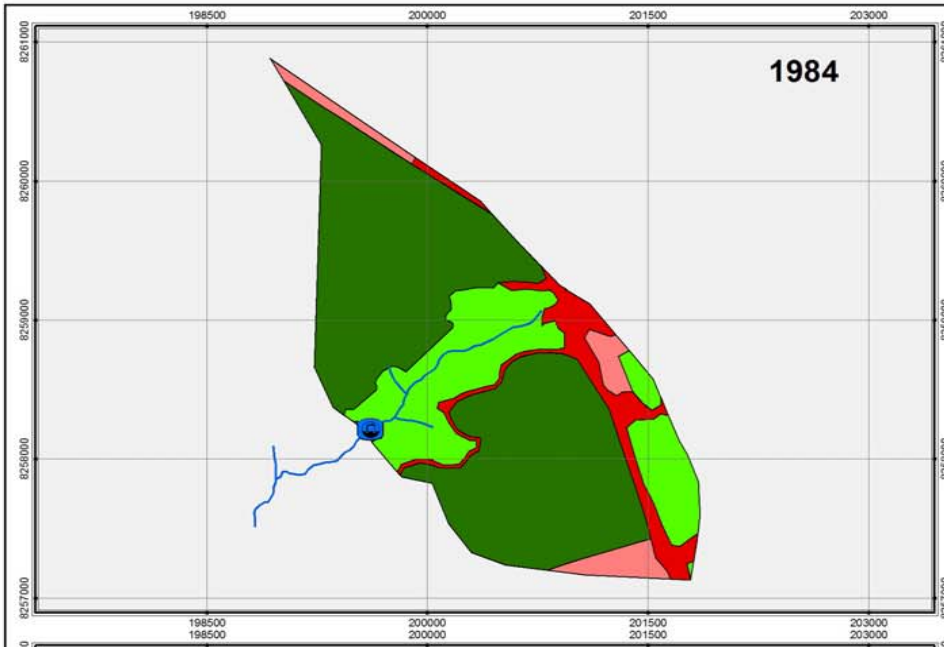
Situação no Distrito Federal (DF)

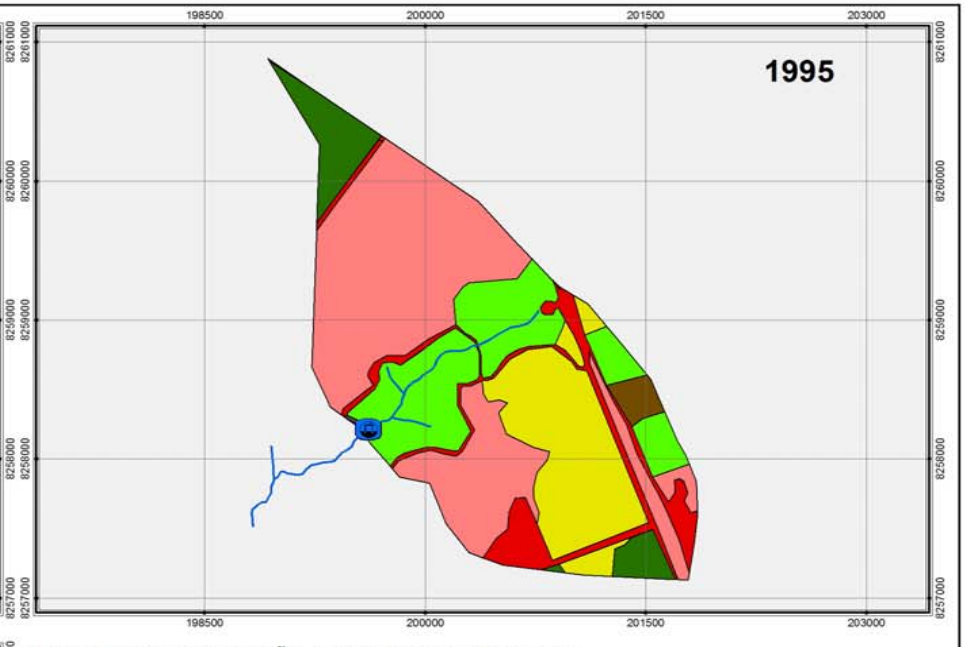
Legenda
- Bacias hidrograficas
- Malha urbana
- Limite do DF
- Microbacia Barrocão

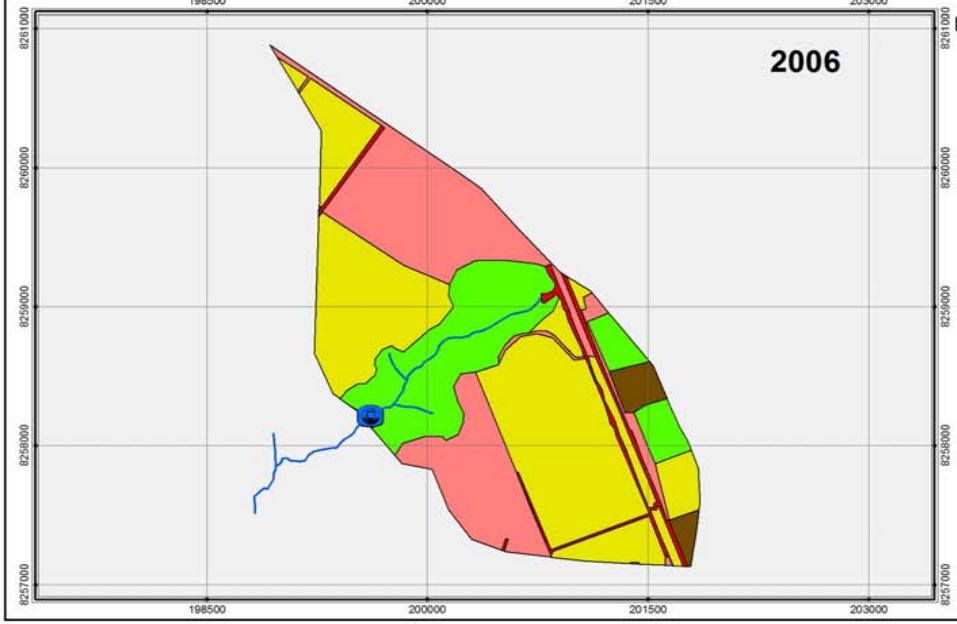
Articulação das folhas SICAD 1:10000

30	31	32
47	48	49
64	65	66
81	82	83

Legenda
- Microbacia Barrocão







MAPA DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA MICROBACIA DO TAQUARI NOS ANOS DE 1984, 1995 e 2006

Hidrografia

Ponto de Captação

Classes de uso e ocupação do solo

ÁREAS URBANAS
- Consolidada alta densidade
- Consolidade baixa densidade
- Parcelamento urbano

ÁREAS NATURAIS
- Veg. regeneração avançada
- Veg. regeneração inicial
- Vegetação climax

ÁREA DEGRADADA
- Área degradada/estradas

ÁREAS RURAIS
- Parcelamento rural
- Reflorestamento

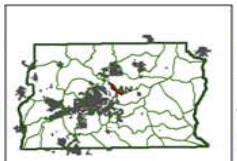
N

Escala 1 : 40.000

500 0 500 1,000 Meters

PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM HORIZONTAL ASTRO CHUÁ
DATUM VERTICAL IMBITUBA - SC
MERIDIANO CENTRAL 45° W
ZONA 23 L

Situação no Distrito Federal (DF)



Legenda
- Bacias hidrograficas
- Malha urbana
- Limite do DF
- Bacia do Taquari

Articulação das folhas SICAD 1:10000

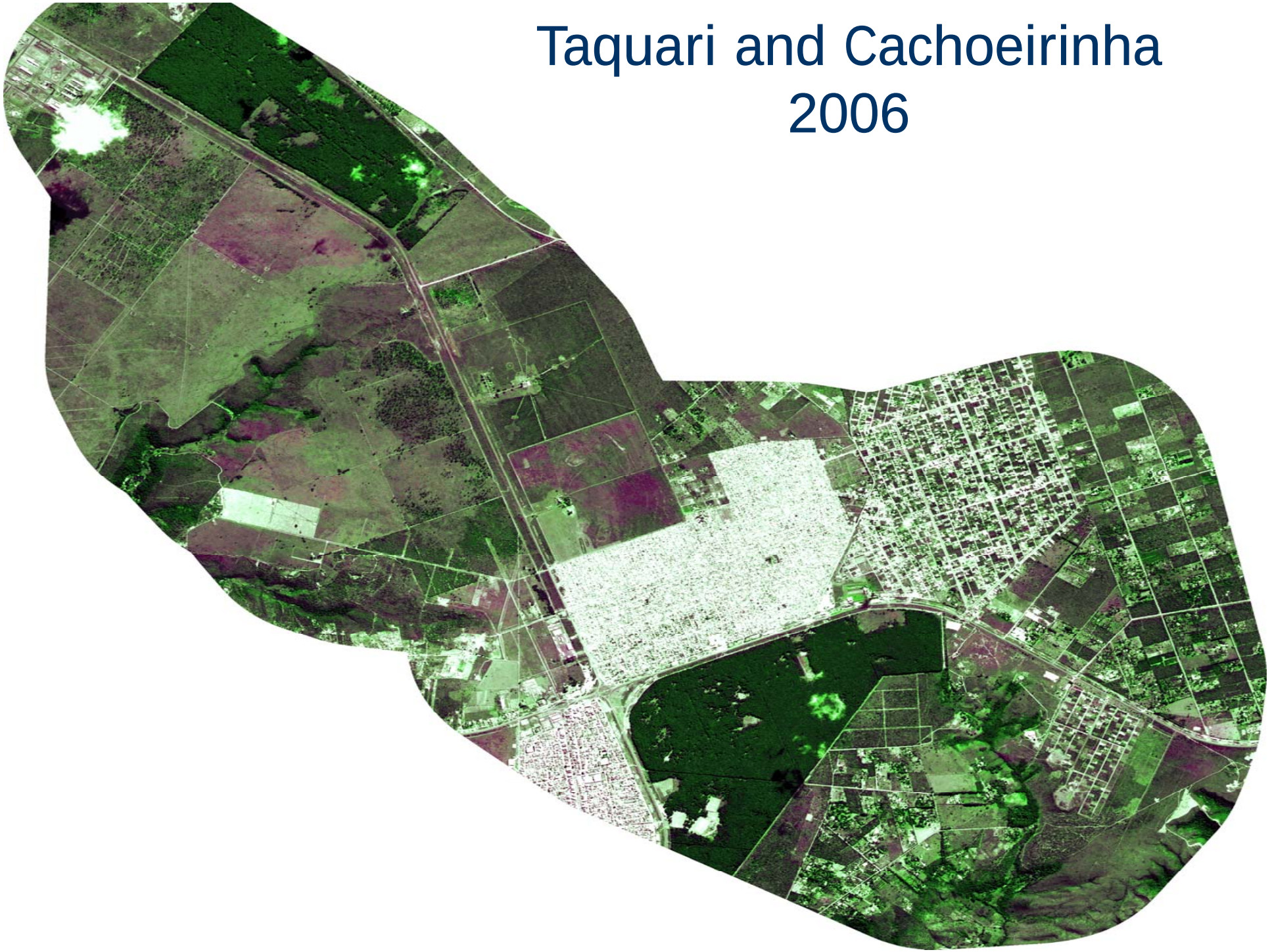
87	88	89
104	105	106
121	122	123

Legenda
- Microbacia Taquari

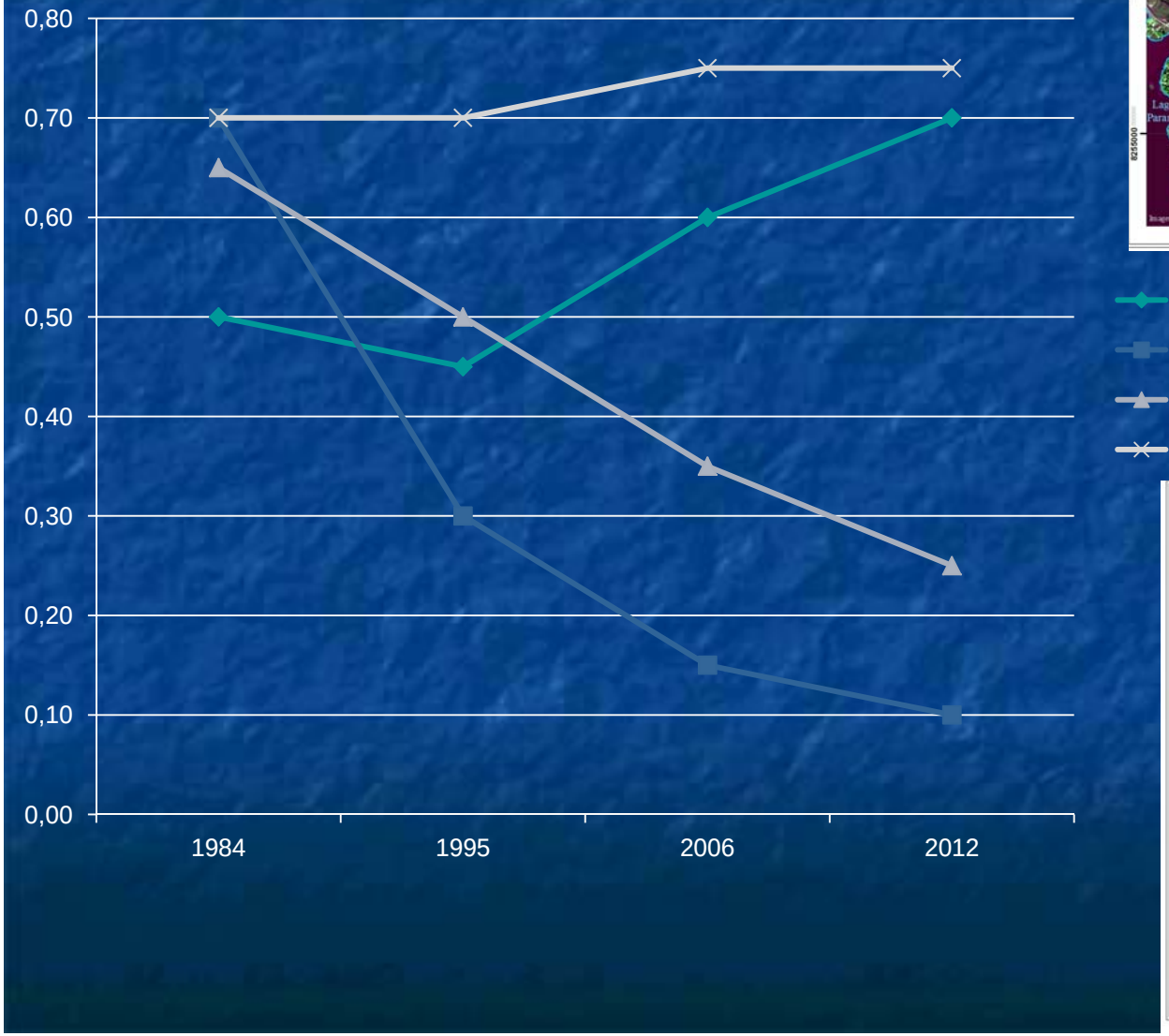
Taquari and Cachoeirinha 1984

Taquari and Cachoeirinha 1995

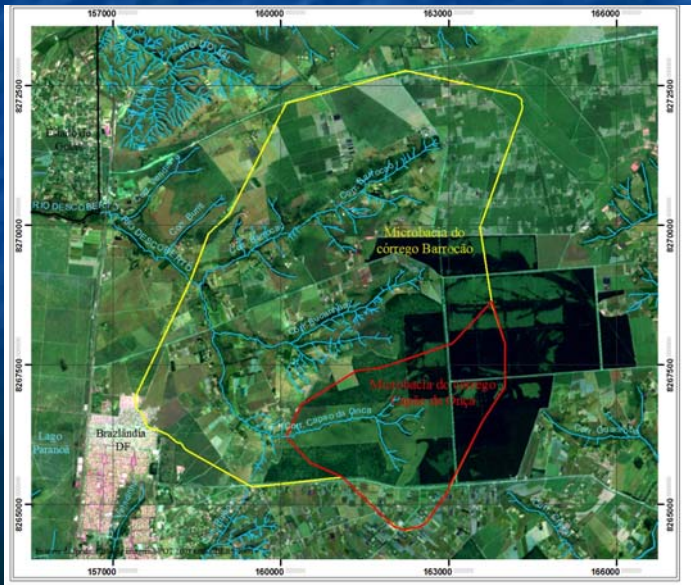
Taquari and Cachoeirinha
2006



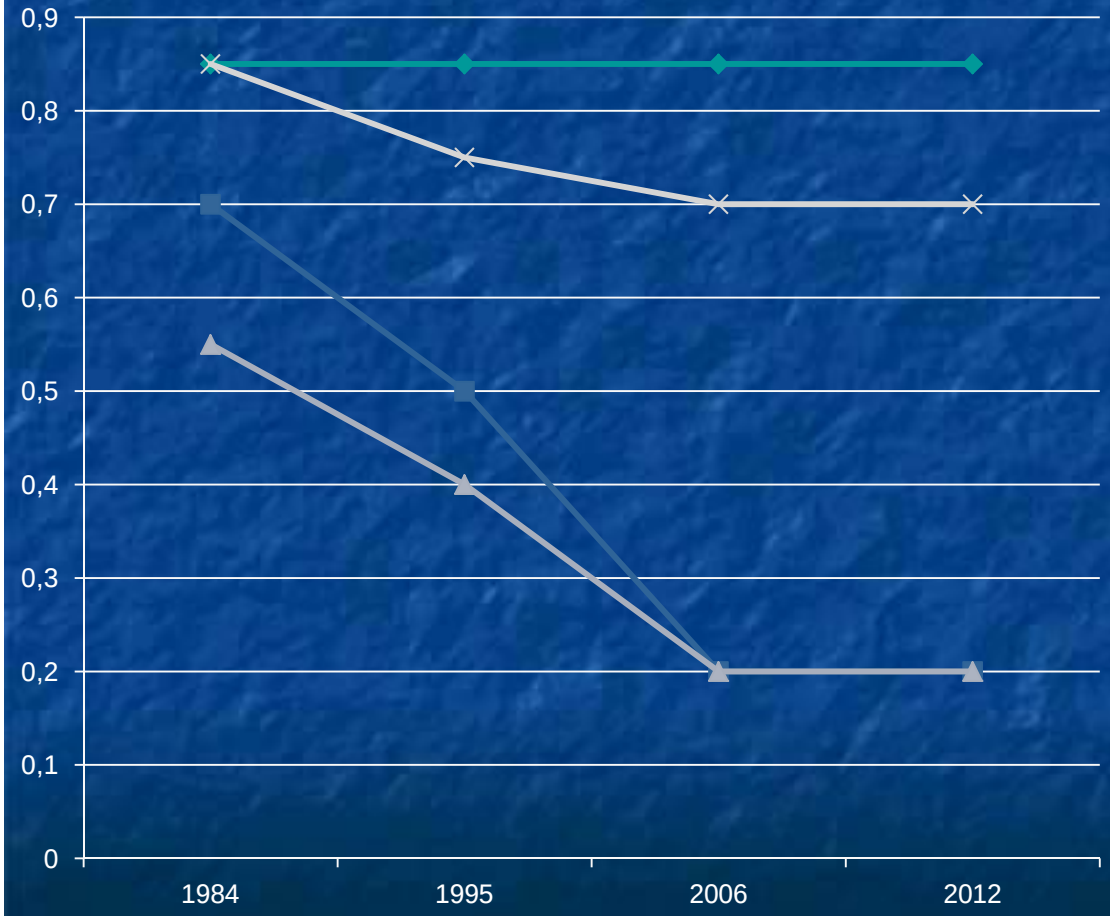
Environment Indicator (EI)



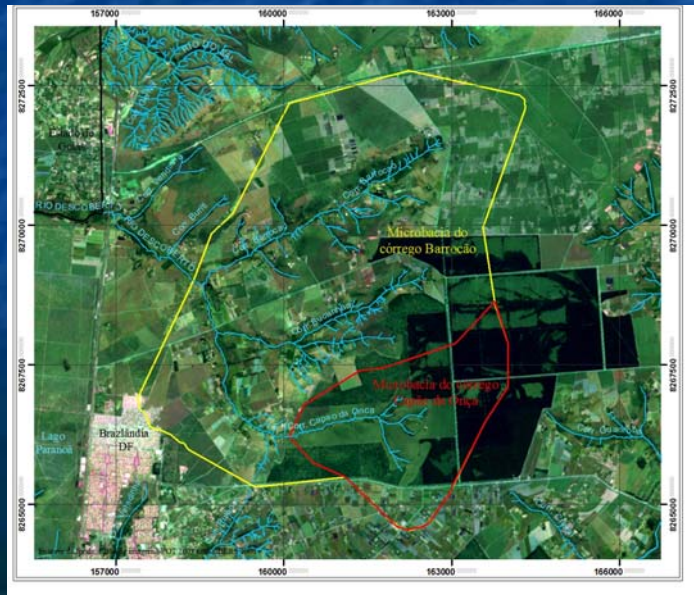
Taquari
Cachoeirinha
Barrocão
Capão da Onça



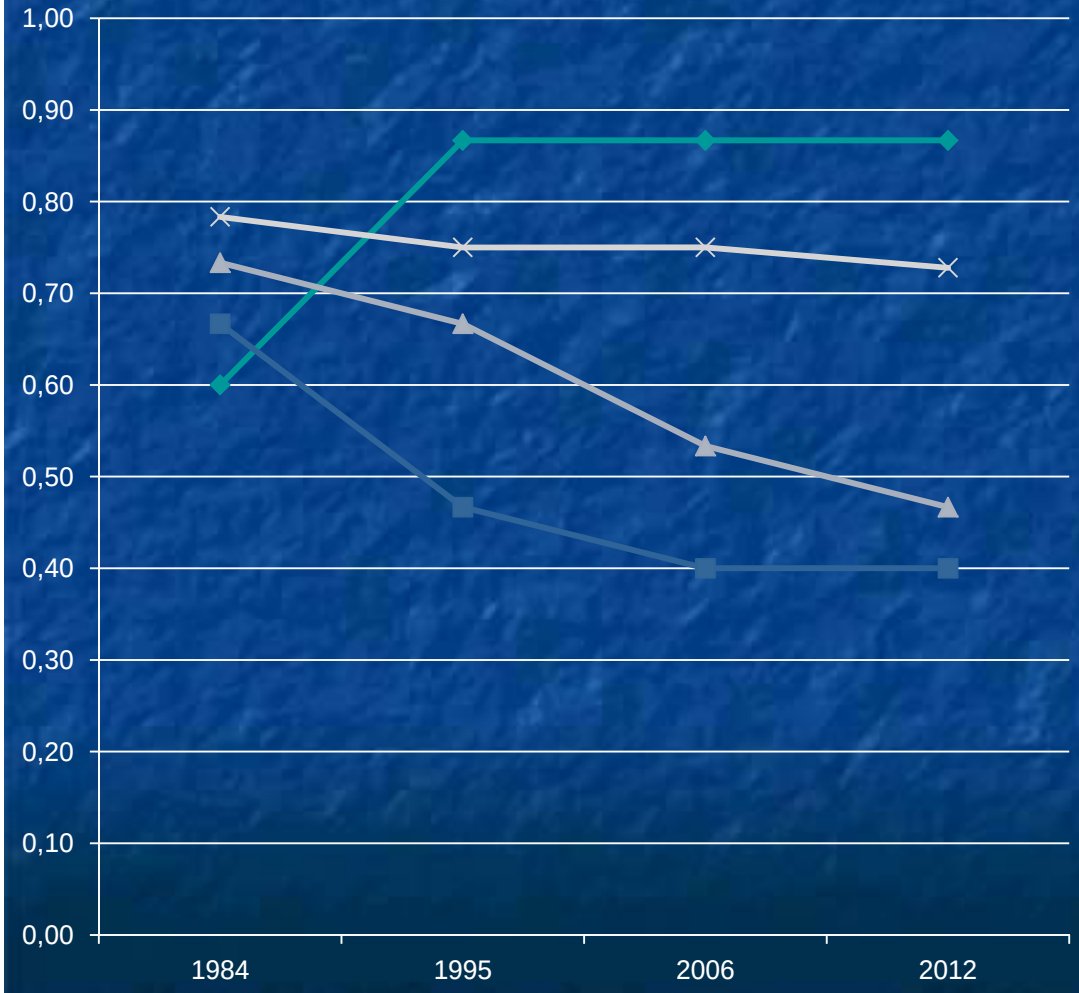
Water Quality Indicator (WQI)

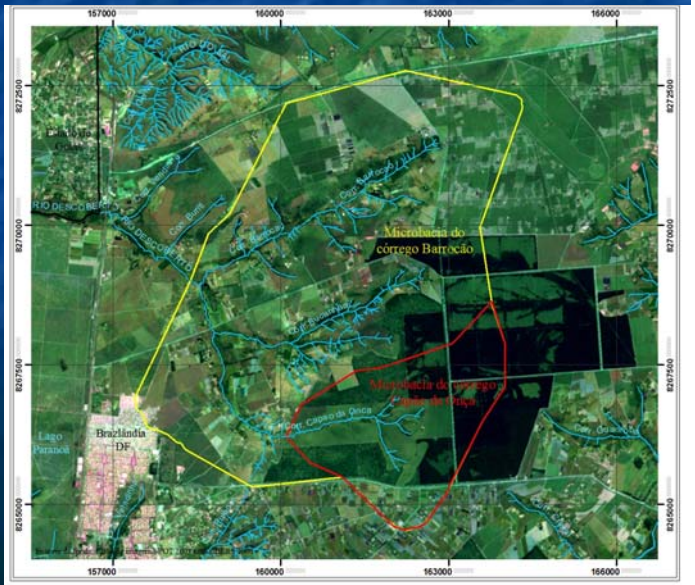


- Taquari
- Cachoeirinha
- Barrocão
- Capão da Onça

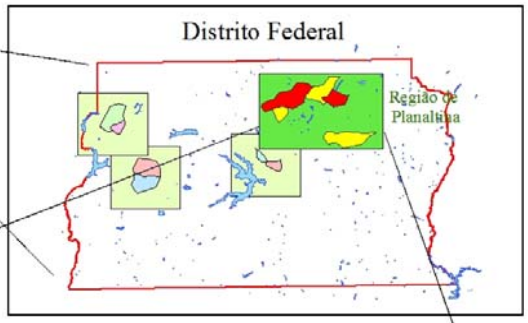


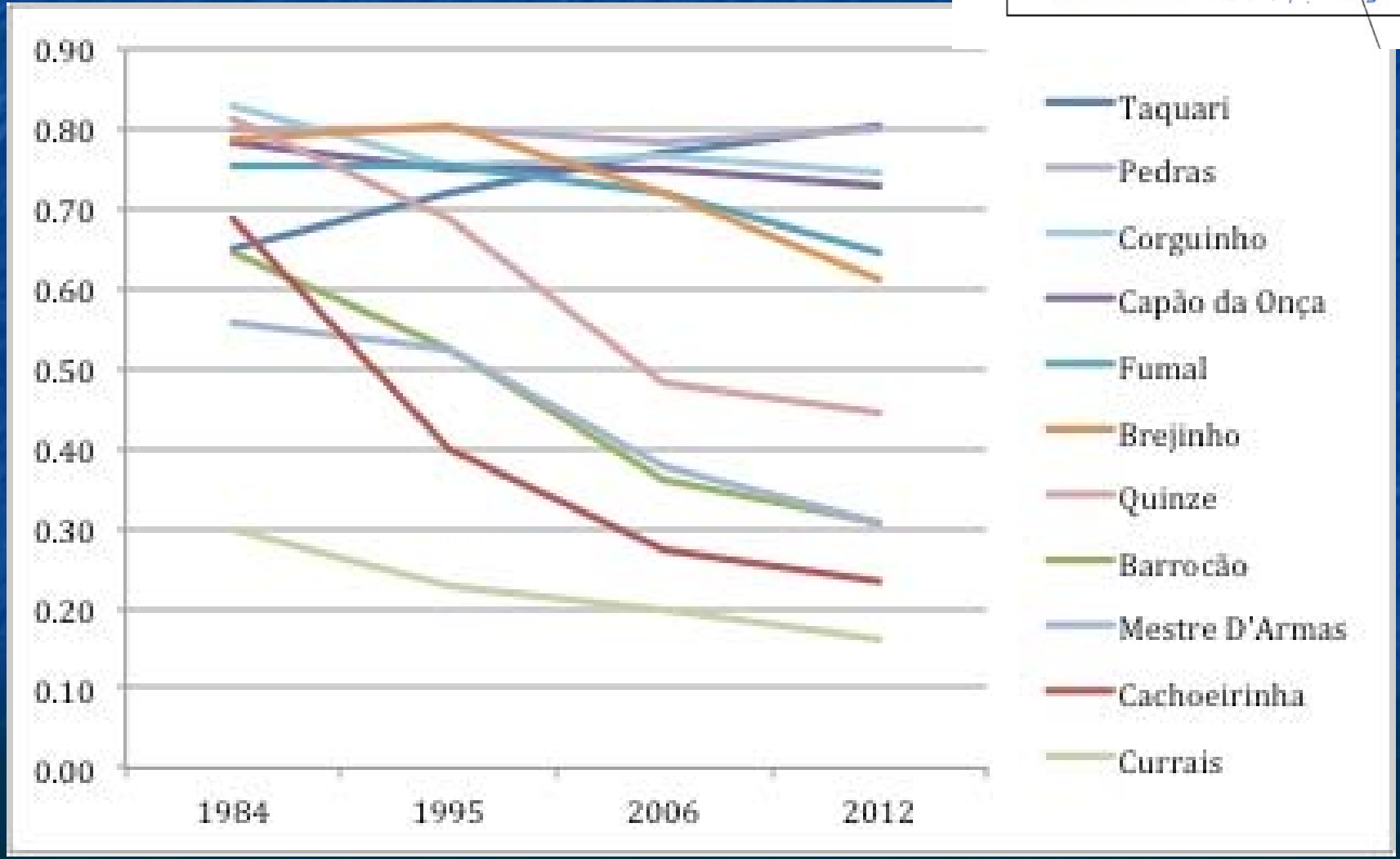
Institutional Indicator (II)

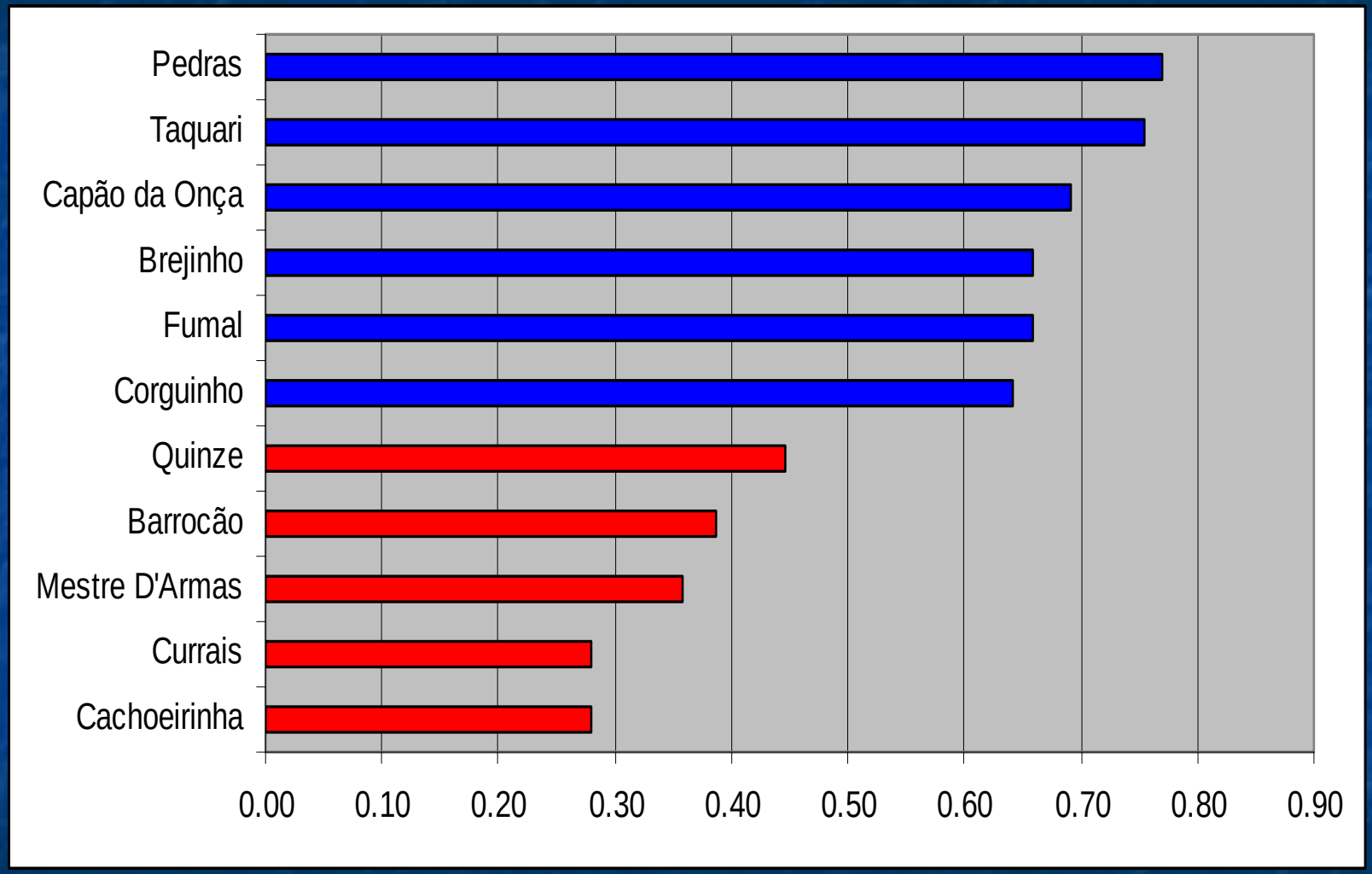




Sustainability Index for Catchment Areas (SICA)






Pedras
Taquari
Capão da Onça
Brejinho
Fumal
Corguinho
Quinze
Barrocão
Mestre D'Armas
Currais
Cachoeirinha
0.00
0.10
0.20
0.30
0.40
0.50
0.60
0.70
0.80
0.90

Conclusions

- Inform us about catchment areas conditions;
- Establish a comparison within the catchment studied;
- The application of SICA on 11 catchment areas showed a good correlation with empirical knowledge that CAESB has from these areas;
-
- Simple approach
- Enable us to visualize trends

Final Remarks

- It’s not a model
- Very subjective approch
- Far to be a scientific approach

Next Steps

- Implement weight
- Better data
- Think about a economic indicator

Obrigado !!
Thanks !!

Fabiobakker@yahoo.com.br
CAESB