

## Utilização de Ferramentas SIG na Estimativa de Distribuição de Consumo de Água no Câmpus da UNISINOS em São Leopoldo-RS

Prof. Dr. Diego Alfondo Erba <sup>1</sup>  
Profa. Dra. Luciana Paulo Gomes <sup>2</sup>  
Esp. Arq. Renata Cavion <sup>3</sup>  
Esp. Arq. Anamaria Gliesch <sup>4</sup>

UNISINOS  
93022-000 São Leopoldo RS

Programa de Pós Graduação em Geologia  
<sup>1</sup> diego@euler.unisinos.br

Sistema de Gestão Ambiental  
<sup>2</sup> lugomes@euler.unisinos.br

Grupo de Geoprocessamento  
<sup>3</sup> cavion@euler.unisinos.br  
<sup>4</sup> gliesch@euler.unisinos.br

**Resumo:** Os Sistemas de Informação Geográfica estão se tornando extremamente importantes para o gerenciamento, organização e operação de muitas atividades em diversas empresas e municípios. Dentro do tema "uso da água", o propósito básico é o de auxiliar a administração da \*UNISINOS a alcançar seu objetivo de uso eficiente dos recursos. Para isso, um passo importante é conhecer a distribuição dos consumos de água na sua extensa área, seguindo com a discriminação de tipo de usos. Dessa forma é possível incentivar o reuso da água dentro da Universidade nas atividades como limpeza de ruas e calçadas, irrigação de jardins, etc. Além do uso ecologicamente correto, outra vantagem é a provável economia financeira gerada através do uso racional deste bem finito. As muitas vantagens do uso do SIG podem ser obtidas através do suporte da tecnologia da informação de modo a ampliar a capacidade da organização em lidar com seu meio ambiente interno e externo.

**Palavras chaves:** Consumo de água, Cálculo de consumo, Consumo no Campus

**Abstract:** The Geographic Information Systems are becoming extremely important for the management, organization and operation of many activities in a diversity of companies and cities. Inside of the subject "use of the water", the basic propouse is to assist the administration of the \*UNISINOS to reach its objectives on efficient use of the resources. For this, an important step is to know the distribution of the water demand in its extensive area, follow by discrimination of type of uses. By this way is possible to stimulate the reuse of water at the University in the activities as such as streets and sidewalk cleanness, gardens irrigation, etc. Beyond the ecological correct use, another advantage is the probable economy generated through the rational use of this well finite one. The many advantages on the use of the GIS can be obtained through the technology support of the information in order to extend the organization capacity on dealing with its internal and external environment.

**Keywords:** university water demand, water demand

## 1 Introdução

Os sinais que vem sendo emitidos de várias partes do mundo são cada vez mais evidentes e apontam todos na direção de uma crescente valorização da água, principalmente pelo seu significado como elemento fundamental na preservação de todas as formas de vida.

Os Sistemas de Informação Geográfica podem contribuir de forma eficaz no planejamento e gerenciamento das instalações e infra-estruturas que tratam da questão da água.

Atualmente a Universidade do Vale do Rio dos Sinos tem apenas o conhecimento do valor final de consumo de água em todo o seu Campus. O controle de distribuição de água nos diferentes setores permitiria o manejo racional dos recursos naturais, sua conservação, recuperação, melhoria e uso adequado.

O objetivo deste trabalho é estimar o uso descentralizado do consumo de água, definindo os gastos por atividade, sem a necessidade de efetuar medições pontuais, utilizando ferramentas SIG. A discriminação de demandas de abastecimento de água está diretamente ligada ao tipo de atividade desenvolvida e ao número de usuários na área de estudo. As atividades identificadas no campus da UNISINOS são:

- Manutenção: Irrigação de jardins, lavagem de ruas e passeios, edifícios
- Público: sanitários que atendem principalmente aos alunos
- Serviços: bares e lancherias
- Administrativo: prédios de gerenciamento

A pesquisa foi desenvolvida em uma parcela do campus universitário (Fig.1) e constituiu no mapeamento do número de pessoas em cada turno, em cada sala (Mapa 1.1) e a quantificação do consumo por sanitário.

## 2 Área de Estudo

A Universidade do vale do Rio dos Sinos está localizada em São Leopoldo, distante 30km da capital Porto Alegre. O câmpus ocupa uma área de 90,55 hectares, com 142,41 mil metros quadrados de área de preservação ecológica, 485,08 mil metros quadrados de jardins e 191.660,52 metros quadrados de área construída.

Para o desenvolvimento da pesquisa foi selecionado o Setor representado na Fig.2. Área construída nesta parcela é de 30.072,00 m<sup>2</sup>.



Figura 1 : Vista aérea do campus da UNISINOS com implantação

## 3 Usuários de Água na UNISINOS

O câmpus funciona como uma cidade. Desde a sua manutenção até os serviços oferecidos aos seus usuários: estudantes, funcionários e comunidade; e como tal, a movimentação de sua população é dinâmica. Por esse motivo, o cálculo de consumo de água se torna aproximada. Este trabalho baseia-se nos dados de 2003/2 fornecidos pelos setores responsáveis da Universidade.

**A** – Tchobanoglous, George. *Wastewater engineering: treatment, disposal, and reuse/Metcalf & Eddy, Inc. – 3<sup>rd</sup> ed./revised by George Tchobanoglous, Frank Burton. P. cm. – (McGraw-Hill series in water resources and environmental engineering ) Ver. Ed. Of: Wastewater engineering/Metcalf & Eddy, Inc. 2<sup>nd</sup> ed. c 1979.*

**B** – Partindo de um consumo médio per capita de 150 litros. Fonte: *Técnica de abastecimento e tratamento de água. T227a 2. ed. rev. São Paulo, CETESB, 1976. 2v. il.*

**C** – Cartilha comemorativa do Dia Interamericano da Água em 05 de outubro de 2002. Água: Não ao desperdício, não à escassez! Grupo Brasileiro de Coordenação do DIAA.

Nos sanitários o gasto fica em torno de 45% do consumo total per capita em domicílios.

Destino	Índice (%)		
	A	B	C
Banheiras	8,9		
Torneiras	11,7	25	31
Chuveiro	21,2		
Perdas nos vasos sanitários	5,5		
Vaso sanitário	28,4	34	36
Lava-roupas	21,2	10	14
Bebida e cozinha		10	4
Lava-louças	3,1		7
Outros usos e perdas		21	8
TOTAL	100	100	100

Tabela 1 : Índices de Usos

#### 4 Bancos de Dados

A gestão de sistemas de abastecimento de água envolve o manuseio de grande quantidade de dados proveniente de fontes distintas.

Os Sistemas de Informação Geográfica são formas modernas e eficazes de interligar os dados alfanuméricos a uma base cartográfica, permitindo as mais variadas análises conjuntas.

No início deste trabalho os setores Gerência de Serviços e o antigo Núcleo de Computação Gráfica – NCG (do extinto Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas) da UNISINOS possuíam em paralelo os levantamentos em AutoCAD de todos os prédios do Setor em estudo, com níveis diferenciados de detalhamento. Partindo destas duas fontes, foi necessário redesenhar o conjunto em AutoCAD, de forma a estruturar o banco de dados gráfico vetorial (polígonos, layers, etc) dentro da linguagem SIG, permitindo sua leitura nos demais softwares.

Os arquivos em formato “dxf” dos polígonos das salas de cada pavimento foi importado no aplicativo Idrisi para gerar o arquivo de leitura no Caratalinx, onde iniciou-se a identificação de cada polígono com o seu respectivo número dentro do padrão existente de sinalização do campus. A partir daí pôde-se trabalhar com o banco de dados gerado pelos dados gráficos dentro do Access e ArcView.

O banco de dados alfanumérico foi estruturado a partir de dados provenientes de vários setores da Universidade e empresas prestadoras de serviços a UNISINOS que auxiliaram na elaboração deste estudo, sendo estes:

- Diretoria de Sistemas de Informação (DSI), UNISINOS: dados em planilha do Access referentes às disciplinas e alunos vinculados fisicamente no setor.
- Administração de Pessoal, UNISINOS: dados referentes aos funcionários e professores do Setor.
- Gerência de Serviços, UNISINOS: valores de consumo anual e mensal da Universidade.
- Dálkia Infra4, empresa terceirizada responsável pela infra-estrutura do câmpus: número de funcionários pelos serviços de manutenção deste setor.

Depois de ter todos os polígonos de cada pavimento identificados, usamos o software Access para alterar o campo gerado automaticamente de “text user id” para “ID\_SALA” (sinalização padrão do campus), sendo este o campo de conexão entre os dados enviados pelos demais setores. Também acrescentamos o campo “ID\_SANIT” a fim de identificar os domínios de cada bloco de sanitário. Dessa forma podemos estimar o número de usuários por instalação.

Os primeiros mapas foram gerados a partir da conexão desses dados com as tabelas de informações dos alunos.

#### 4.1 Cálculos de Consumo na UNISINOS

Inicialmente distribuímos o consumo geral pelo per capita, partindo do valor único conhecido de consumo no campus:

$$\text{Consumo diário} = \frac{\text{Consumo médio mensal}}{30 \text{ dias}} = \frac{13.435.000 \text{ litros}}{30 \text{ dias}} = 447.833,33 \text{ litros / dia}$$

$$\text{Consumo per capita} = \frac{\text{Consumo diário}}{\text{usuários}} = \frac{447.833,33 \text{ litros / dia}}{6.283} = 71,30 \text{ litros / pessoa . Dia}$$

29.291 alunos  
1.128 funcionários  
997 professores

— 31.416 usuários / semana = 6.283 pessoa / dia  
5 dias

**Cálculo1** – Consumo de Água Diário Estimado na UNISINOS

É importante perceber que há peculiaridades no consumo de água em sanitários. Existe um certo desequilíbrio de usuários por turno, assim, optou-se por dividir o consumo per capita por turno a fim de precisar os valores de cálculo.

$$\text{Consumo por turno} = \frac{71,30 \text{ litros / pessoa . dia}}{3 \text{ turnos}} = 23,80 \text{ litros / pessoa . Turno}$$

**Cálculo 2** – Consumo de Água por Turno

De acordo com a tabela 1, o gasto em sanitários permanece em torno de 45% do consumo total de água per capita, dessa forma poderia-se chegar em um índice de consumo de água em sanitários de 10,70 litros / pessoa / turno. Levando em conta o tipo de bacia sanitária da grande maioria dos sanitários analisados, este valor é baixo já que se considerarmos apenas antigas bacias sanitárias que necessitam de grandes volumes de água de descarga, chegando a 15 litros por fluxo.

Em 1997, a exemplo do que foi feito nos países do primeiro mundo, com a finalidade de reduzir o consumo d'água nas instalações sanitárias, o Ministério do Interior, através do *Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade no Habitat - PBQP-H*, estabeleceu em norma, novos limites máximos de utilização de água para a limpeza de bacias sanitárias, a serem adotados, gradativamente, até o ano de 2002. Segundo essa determinação governamental, até o ano de 1999, as bacias sanitárias utilizadas no Brasil poderiam consumir até 12 litros de água de descarga por ciclo. A partir do ano de 2000, o limite máximo de utilização d'água por bacias sanitárias passou a ser de 9 litros por descarga. A partir de 2002, esse limite passou para 6 litros, nível já adotado pelos países da Comunidade Européia e da América do Norte.

Este trabalho estará baseado nos seguintes consumos:

Atividade	Consumo por utilização (litros)
Vaso sanitário	12,00
Pia	1,50

Considerando 1 utilização por usuário por turno.

**Tabela 2** – Consumo de água para os sanitários da UNISINOS

Inicialmente podemos fazer uma estimativa de consumo do Setor baseada apenas nos dados alfanuméricos, relacionando os dados de número de alunos matriculados nos cursos ministrados no Setor, com consumo diário de água per capita:

$$\text{Consumo inicial estimado no Setor} = \text{Consumo per capita} \times \text{usuários} = 71,30 \text{ litros} \times 1.377 \text{ pessoas} = 98.137,32 \text{ litros / dia}$$
  

$$\frac{6.551 \text{ alunos} + 315 \text{ funcionários administrativos} + 16 \text{ funcionários da manutenção}}{5 \text{ dias}} = 6.882 \text{ usuários / semana} = 1.377 \text{ pessoa / dia}$$

### Cálculo 3 – Consumo de Água percapta

Para calcular o consumo destinado aos sanitários do Setor, devemos extrair os 45% do consumo inicial estimado do Setor:

$$\text{Consumo inicial estimado em sanitários do Setor} = 45\% \text{ Consumo inicial estimado no Setor} = 44.161,80 \text{ litros / dia}$$

### Cálculo 4 – Consumo Inicial Estimado

Este valor se refere ao consumo em sanitários de todos os pavimentos, sendo os valores de consumo do 1º pavimento que serão comparados, devemos calcular o seu equivalente no total da área construída do Setor, que é de 74%. O consumo deste pavimento será de **32.679,70 litros / dia**.

## 5 Cartografia Temática

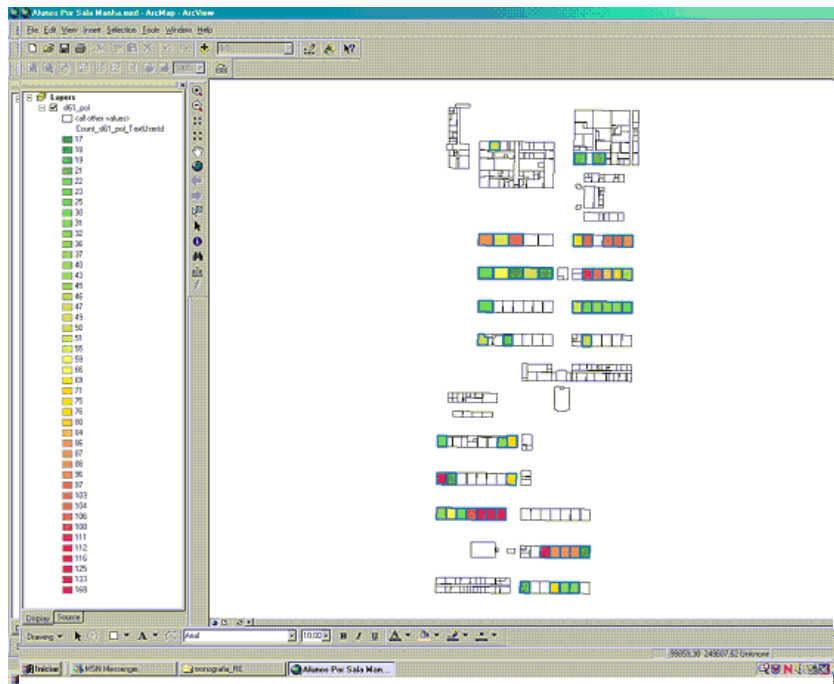
A fim de saber quais os sanitários mais usados e calcular seus consumos, devemos inicialmente distribuir os usuários do Setor. O mapa de distribuição é o primeiro resultado da integração entre dados gráficos e alfanuméricos. Estes mapas possibilitam outras análises como, por exemplo, a verificação das salas que se encontram subutilizadas. Foram gerados um total de 33 mapas, sendo 15 para alunos, 15 para funcionários administrativos e 3 para os funcionários da manutenção.

Turno	Usuário	Pavimentos				
		0	1	2	3	4
Manhã	Aluno	x	x	x	x	x
	Funcionário Administrativo	x	x	x	x	x
	Funcionário manutenção			x		
Tarde	Aluno	x	x	x	x	x
	Funcionário Administrativo	x	x	x	x	x
	Funcionário manutenção			x		
Noite	Aluno	x	x	x	x	x
	Funcionário Administrativo	x	x	x	x	x
	Funcionário manutenção			x		

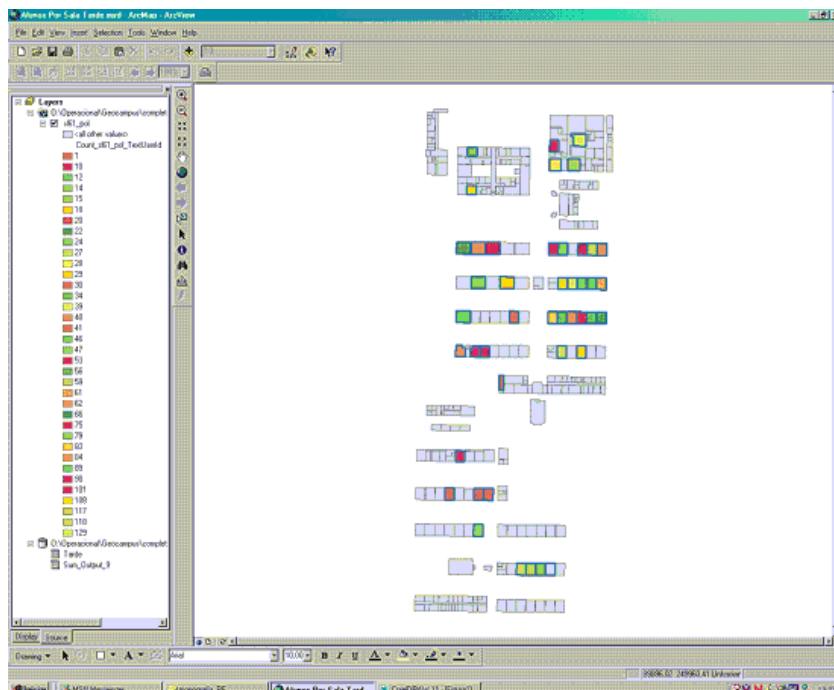
**Tabela 3 – Esquema de geração de mapas de distribuição de usuários x sala x turno x pavimento**

## Distribuição de alunos por turno no 1º. pavimento

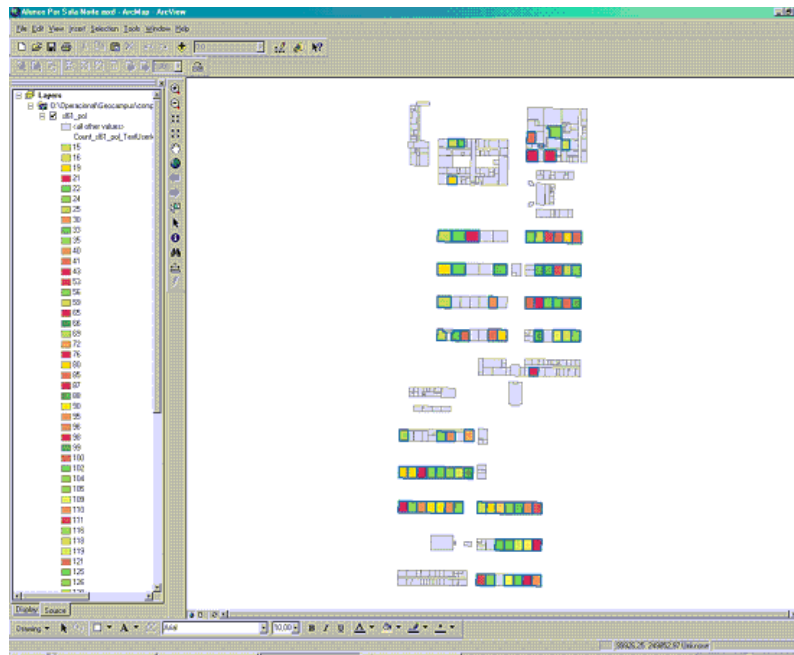
Demonstração de resultado de consulta do ArcView.



Mapa 1.1 – Turno da manhã



Mapa 1.2 – Turno da Tarde



Mapa 1.3 : Turno da Noite

### 5.1 Resultado de Uso dos Sanitários

A partir dos mapas de distribuição de usuário se torna possível identificar quais os sanitários apresentam maior ou menor atividade. A ligação entre os usuários e os sanitários é resultado da tendência de movimento definida pela proximidade entre os blocos de sanitários e as salas de locação dos usuários. As tabelas a seguir mostram os resultados obtidos através de consulta no Arcview:

OBJECTID*	Tarde_ID_SANIT	Count_Tarde_ID_SANIT	Sum_at61_pol_ID_sanit
1	6A112	47	0
2	6A135	18	0
3	6C124	92	0
4	6F106	1465	0
5	6H108	139	0
6	6M100	86	0
7	6D103	326	0

Tabela 4 – Quantidade de usuários por sanitário no turno da tarde no 1º pavimento por semana

OBJECTID*	Noite_ID_SANIT	Count_Noite_ID_SANIT	Sum_at61_pol_FID
1	6A112	37	7681
2	6A135	151	34881
3	6C124	397	69008
4	6F106	2494	106391
5	6H108	722	53670
6	6H126	21	6321
7	6M100	2724	256542
8	6D103	1634	237742

Tabela 5 – Quantidade de usuários por sanitário no turno da noite no 1º pavimento por semana

Através dos índices determinados para o consumo de água em sanitários dentro da Universidade (Tab.12) e com a quantidade de usuários distribuídos por sanitário por turno no 1º pavimento (ex. Tab. 14 e 15) podemos chegar ao consumo final (em litros) a fim de compararmos os valores estimados iniciais.

$$\text{Consumo diário} = \frac{184.234,50 \text{ litros / semana}}{5 \text{ dias}} = 36.846,90 \text{ litros / dia}$$

Cálculo 5 – Consumo de Água Diário

## 7 Conclusões

### 7.1 Cálculo Inicial Estimado

Utilizando apenas os dados alfanuméricos, chegou-se ao valor de 32.679,70 litros / dia consumidos.

Como se pode ver, ambos os cálculos apresentam valores bastante próximos, concluindo que o valor estimativo é bastante preciso mesmo com a falta de detalhamento das informações relacionadas ao uso.

Esta conta leva em consideração os usuários vinculados com o Setor através do número de matrícula de aluno, sem estimar o seu tempo de permanência ou vínculo físico. Este tempo pode variar de 4 horas a 14 horas por dia, podendo significar o aumento de até 4 vezes o consumo de água em sanitários. Neste cálculo os usuários matriculados em outros setores que utilizam a estrutura física desta área de estudo não são relacionados.

Portanto, este resultado se mostra eficiente apenas para se obter o valor final de consumo de água em sanitários.

### 7.2 Cálculo utilizando ferramentas SIG

Integrando dados alfanuméricos e gráficos, chegou-se ao valor de 36.846,90 litros / dia consumidos.

O importante do cálculo que utiliza as ferramentas SIG é a possibilidade de análises espaciais. O valor é resultante do cruzamento de dados como: quantidade de usuários com vínculo físico, distribuição de pessoas por sala, o seu tempo de permanência, índice especificado por utilização para sanitários, etc.

Estas informações permitem avaliar, por exemplo, quais as salas que estão subutilizadas e em que turno isso ocorre; os sanitários que são mais usados, e assim necessitam de manutenções periódicas mais freqüentes; ou, no caso da ocorrência de interdição de algum sanitário por motivo técnico, quais as ações devem ser tomadas para atender a nova distribuição de demanda. Existem inúmeras possibilidades promovidas pelo geoprocessamento das informações que auxiliam o planejamento operacional (rotinas de manutenção de infra-estrutura), gerencial (indicando investimentos e ações necessárias e promovendo o uso sustentável, ou ainda a economia financeira, etc), e o planejamento estratégico da Universidade.

## 6 Referências Bibliográficas

**Tchobanoglous, George.** Wastewater engineering: treatment, disposal, and reuse/Metcalf & Eddy, Inc. – 3<sup>rd</sup> ed./revised by George Tchobanoglous, Frank Burton. P. cm. – (McGraw-Hill series in water resources and environmental engineering ) Ver. Ed. Of: Wastewater engineering/Metcalf & Eddy, Inc. 2<sup>nd</sup> ed. c 1979.

**Técnica de abastecimento e tratamento de água.** T227a 2. ed. rev. São Paulo, CETESB, 1976. 2v. il.

**Cartilha comemorativa do Dia Interamericano da Água em 05 de outubro de 2002.** “Água: Não ao desperdício, não à escassez!” Grupo Brasileiro de Coordenação do DIAA.

Associação Caribenha de água e águas residuais (CWWA)

Associação Interamericana de Engenharia Sanitária e Ambiental (AIDIS)

Comissão Econômica para América Latina e Caribe (CEPAL)

Organização dos Estados Americanos (OEA)

Organização Pan-Americana da Saúde / Organização Mundial da Saúde (OPAS/OMS)

Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, Escritório Regional para a América Latina e Caribe (PNUMA / ORPALC)

- [www.deca.com.br/vitrine/infotec/info08/info08.htm](http://www.deca.com.br/vitrine/infotec/info08/info08.htm)
- [www.montanahidrotecnica.com.br/baciatext.htm](http://www.montanahidrotecnica.com.br/baciatext.htm)