

Implementação de um sistema de informação para tratamento dos dados do BEER

Bruno Neiva Moreno

Universidade Federal da Paraíba,
Campus Universitário, João
Pessoa – PB – 58059-900,
brunoneiva@gmail.com

Amílcar Soares Junior

Universidade Federal da Paraíba,
Campus Universitário, João
Pessoa – PB – 58059-900,
amilcarsj@gmail.com

Cristiano das Neves Almeida

Universidade Federal da Paraíba,
Campus Universitário, João
Pessoa – PB – 58059-900,
almeida74br@yahoo.com.br

Alain Passerat de Silans

Universidade Federal da Paraíba,
Campus Universitário, João
Pessoa – PB – 58059-900,
alainsilans@yahoo.com.br

Resumo

O modelo de dados do projeto BEER (Bacias Experimentais e Representativas do Semi-Árido) é complexo devido ao montante de dados espaço-temporais por ele produzido, sendo necessário, desta forma, a implementação de um sistema informático que pudesse persistir esses dados e disponibilizá-los para compartilhamento. Este artigo apresenta como foi o desenvolvimento do SISTBEER, abordando questões desde sua arquitetura, padrões de projeto utilizados, bem como a explicitação de suas funcionalidades.

Palavras-chave: Sistemas de informação. Dados hidrológicos. Projeto BEER

Abstract

The data model of the BEER project is complex due to the amount of spatial-temporal data produced, being necessary, in this way, the implementation of a system that could persist those data and to make available them for sharing. This paper presents the development of the SISTBEER, approaching issues from its architecture, project patterns used, as well as a description of their functions.

Keywords : Information system. Hydrologic datas. BEER project.

1 Introdução

A necessidade de melhorar o conhecimento sobre o comportamento do ciclo hidrológico de bacias hidrográficas fez com que, em 2001, um grupo de pesquisadores e professores do Nordeste do Brasil criasse a Rede de Hidrologia do Semi-Árido (REHISA). Este grupo, formado por Universidades Federais do Nordeste, iniciou um projeto de pesquisa para monitoramento hidrológico de bacias experimentais na região Semi-Árida. A primeira etapa do projeto, denominada IBESA (Instalação de Bacias Experimentais no Semi-Árido), teve uma duração de aproximadamente dois anos e meio. Em seguida, foi iniciada a segunda etapa do projeto, esta denominada de BEER (Bacias Experimentais e Representativas).

O BEER é um projeto de pesquisa que visa desenvolver de forma sistematizada e conjunta, em rede, metodologias apropriadas para avaliação do balanço hídrico em diferentes escalas espaciais e temporais, utilizando os dados hidrológicos monitorados em bacias experimentais e representativas implantadas na primeira fase do projeto IBESA (Implantação de Bacias Experimentais do Semi-árido) (REHISA, 2004).

O modelo de dados do BEER, por ser um projeto no qual os membros do REHISA compartilham conhecimentos, informações e técnicas experimentais de avaliação de incertezas, é um modelo complexo devido ao montante de informações espaço-temporais geradas pelo monitoramento. Através do sistema relatado neste artigo, os dados podem ser reformatados pelo pesquisador de acordo com as suas necessidades (dados anuais, mensais, diários, horários, por minuto), o que diminui a complexidade dessas informações.

A finalidade principal deste modelo de dados desenvolvido é que, através de diversos experimentos realizados, possa-se utilizá-lo novamente em outras bacias com carência de dados. Isso é possível através da disponibilização do código à comunidade científica que faz uso deste, podendo assim adequá-lo às suas necessidades. Caracteriza-se assim, através da disponibilização do código do SISTBEER e de sua distribuição, a qualidade de o mesmo ser livre.

Atualmente, a busca por sistemas livres – programas de códigos abertos e/ou com formatos não proprietários – tem crescido bastante no que diz respeito a usuário final e, principalmente, para desenvolvedores de *software*, uma vez que o acesso livre ao código, a interoperabilidade, a reusabilidade, dentre tantas outras características oferecidas por este tipo de *software*, facilitam o trabalho destes. Da mesma forma que esta tecnologia tem

avanzado em diversas áreas, as geotecnologias baseadas em tecnologias livres e abertas, respeitando os padrões e normas da OGC - *Open Geospatial Consortium* (www.opengeospatial.org) - têm seguido o mesmo caminho e, na área de Recursos Hídricos, mesmo sendo um pouco tímida o uso destas tecnologias, espera-se utilizá-las e testá-las, a fim de se verificar a adequabilidade destas ferramentas para a área.

O SISTBEER, utilizando-se de tecnologias livres no seu desenvolvimento, foi implementado através da linguagem Java, desenvolvida pela *Sun Microsystems*, linguagem de programação livre, amplamente aceita e mantida por programadores de todo o mundo. Tem sua base de dados gerenciada pelo PostgreSQL (www.postgresql.org), que é um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) livre com amplo suporte à base de dados geográfica, oferecida pelo seu módulo PostGIS. Banco de Dados Geográficos (BDG) difere de uma base de dados convencional pelo fato de o mesmo poder armazenar, além de dados alfa numéricos, dados sobre a localização geográfica das entidades nele persistidas (CÂMARA, 2005). Como exemplo de uso de um Banco de Dados Geográfico, há os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que trazem, aliada a cada geometria, uma série de dados armazenados em uma mesma base de dados geográficos.

A concepção do SISTBEER como um Sistema de Informação deve-se ao fato de que, de acordo com Laudon & Laudon (2004), um Sistema de Informação pode ser definido tecnicamente como um conjunto de componentes inter-relacionados que coleta (ou recupera), processa, armazena e distribui informações destinadas a apoiar a tomada de decisões, a coordenação e o controle de uma organização, no caso, o BEER.

2 Necessidade de implementação de um Sistema de Informações para o projeto BEER

Desde o início do projeto de monitoramento de bacias experimentais e representativas, uma grande quantidade de dados espaço-temporais vem sendo coletada. No caso da Universidade Federal da Paraíba, o projeto conta com sete estações de monitoramento, sendo uma climatológica, e cinco de medição de precipitação e umidade do solo. Cada estação de monitoramento gera uma série de informações hidrológicas (índices pluviométricos, umidade do solo etc.), que são medidas através de sensores e armazenadas em *dataloggers*.

Antes da implementação do modelo de dados do projeto BEER, os dados hidrológicos coletados em campo não eram armazenados numa base de dados estruturada, muito menos relacional. Os arquivos do tipo texto coletados nos *dataloggers* – aparelhos constituídos de uma memória – eram armazenados em discos rígidos. Toda a análise das informações ali contidas era feita sem auxílio de um sistema que pudesse os tratar detalhadamente, considerando a complexidade e a quantidade dos dados ali armazenados. Normalmente, esta análise vinha sendo realizada com auxílio de planilhas do Excel®.

Em cada estação (*gauge*), seja ela climatológica, fluviométrica ou pluviométrica são coletados dados de diversos tipos: dados de chuva, umidade do solo em diferentes profundidades, velocidade do vento, umidade do vento, dentre outros. Desta forma, através dos *dataloggers*, arquivos de extensão .dat são coletados com 10 mil, 30 mil ou até mais do que 50 mil linhas de dados, como visto na Figura 1 na barra de status do Bloco de Notas®, o que torna estes arquivos de difícil interpretação da forma em que é captado.

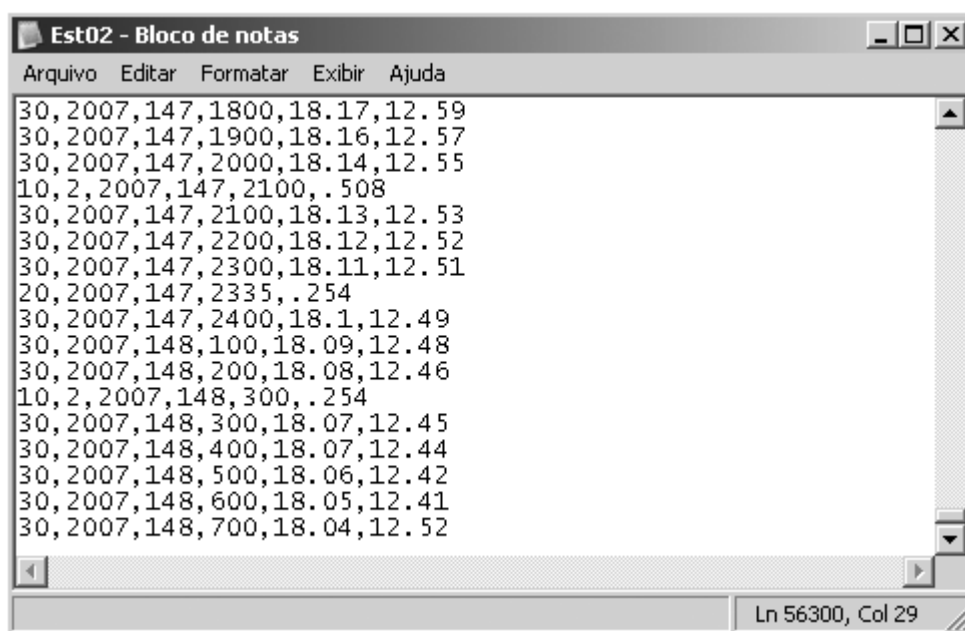


Figura 1: Arquivo de dados pluviométricos

Em uma bacia experimental do projeto BEER, dentre outros tipos de dados, os que são compatíveis com o SISTBEER são os dados climatológicos (*Climatologic*), fluviométricos (*Discharge*) e pluviométricos (*Rainfall*), onde para cada tipo de dado existe um tipo de estação responsável pela coleta dessas informações: *Climatologic Gauge*, *Discharge Gauge* e *Rainfall Gauge*, respectivamente. Para cada estação existem diferentes tipos de dados, estes dados são classificados de três formas: Array 10, Array 20 e Array 30, em cada estação esses array's representam informações diferentes.

- Estação Climatológica
 - Array 10 – Diversos dados climatológicos armazenados de quinze em quinze minutos;
 - Array 20 – Dados de chuva coletados instantaneamente, ou seja, no momento em que chove;
 - Array 30 - Diversos dados climatológicos armazenados de quinze em quinze minutos, diferentes dos dados do Array 10;
- Estação Fluviométrica
 - Array 10 – Dados fluviométricos armazenados de uma em uma hora;
- Estação Pluviométrica
 - Array 10 – Dados de chuva armazenados de seis em seis horas;
 - Array 20 – Dados de chuva armazenados instantaneamente;
 - Array 30 - Dados de umidade do solo armazenados de uma em uma hora.

A coleta de dados é organizada nos arquivos de forma que cada linha representa um instante que o dado foi coletado, seja ele de seis em seis horas, de uma em uma hora, de quinze em quinze minutos ou até instantâneo, como dito anteriormente. Cada linha do arquivo é analisada sintaticamente de acordo com o *array* que a mesma representa, e este é identificado no início de cada linha. Cada linha contém uma certa quantidade de dados separada por vírgula, os quais, neste caso, de acordo com a análise sintática computacional, são chamados de *token*, pois serão os elementos que, de fato, separarão os tipos de dados uns dos outros. Portanto, daqui por diante, considera-se como sendo uma coluna o espaço delimitado entre duas vírgulas. A quantidade de colunas é diferente dependendo do tipo de *array* a qual aquela linha se refere. Através do primeiro dado, antes da primeira vírgula - na primeira coluna - de cada linha identificamos o *array*, ou seja, identificamos que tipo de dado daquela estação pode ser observado naquela linha do arquivo.

A Figura 2 mostra como é interpretada uma linha de um arquivo de dados climatológicos. No exemplo destacamos uma das linhas que representam dados do *Array 10*, identificado desta forma através da primeira coluna. Para cada tipo de estação, e conseqüentemente para cada tipo de *Array*, a interpretação sobre o que significa o dado de cada coluna é diferente.

30,5	2006	258	1030	28.62	57.28	3.919	2.244	606.5	16.8	0
10	2006	258	1030	0	26.39	27.15	27.63	3.708	124.3	18.99
30,5	2006	258	1045	29.11	56.64	4.031	2.283	909	16.8	0
10	2006	258	1045	0	26.47	27.29	28.04	4.004	115.7	23.01
30,5	2006	258	1100	29.43	55.91	4.107	2.295	927	16.8	0

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

Figura 2: Estação climatológica: 1– Tipo do array (10); 2– Ano; 3– Dia (Calendário Juliano); 4– Hora; 5– Precipitação (mm); 6- Temperatura do Solo a 5 cm; 7- Temperatura do Solo a 10 cm; 8- Temperatura do Solo a 25 cm; 9- Velocidade do Vento (m/s); 10- Direção do Vento (Graus); 11- Desvio Padrão

Em todos os casos, sejam eles climatológicos, fluviométricos ou pluviométricos, é essencial a identificação da estação a qual estão sendo coletados os dados, desta forma, em cada arquivo um tipo de *array* específico daquela estação traz consigo o código da estação em que aquele dado foi coletado. No caso da estação climatológica esta identificação é feita através da segunda coluna do *Array 30*, no caso das estações fluviométrica e pluviométrica, esta identificação é feita através do *Array 10*, também na segunda coluna da respectiva linha de dados.

Considerando a quantidade e diversidade dos dados gerados nas estações, é inerente a este tipo de informação a dificuldade de interpretação dos mesmos. Antes do desenvolvimento do modelo de dados do projeto BEER, os dados eram simplesmente armazenados em arquivos do tipo .dat, trazendo grande custo computacional em termos de armazenamento e dificuldades quanto à interpretação dos dados.

Desta forma, tornou-se necessária a criação de uma base de dados em um Sistema Gerenciador de Banco de Dados relacional (SGBD). Uma base de dados assim estruturada trouxe ao projeto BEER vantagens em diversos

aspectos, principalmente quanto à criação de um sistema para visualização detalhada desses dados, o SISTBEER.

O SISTBEER, através de interfaces gráficas simples e intuitivas, proporcionou ao usuário facilidade quanto a armazenamento, visualização e exportação dos dados, implicando também em um maior envolvimento da comunidade acadêmica no compartilhamento destas informações.

3 Arquitetura do SISTBEER

A implementação do SISTBEER foi baseada nos conceitos da Programação Orientada a Objetos (POO) aplicados na área de Recursos Hídricos, tendo sua base de dados estruturada através do PostgreSQL (www.postgresql.org), que é um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) livre.

O SISTBEER utiliza técnicas de Padrões de Projetos, também conhecidos como Design Patterns, amplamente testados e utilizados por diversos sistemas. Questões de segurança também foram supridas pelo sistema aqui discutido, através da implementação do Controle de Acesso Baseado em Papéis de usuários (RBAC).

3.1 POO na Área de Recursos Hídricos

A Programação Orientada a Objetos (POO) é um paradigma de programação de computadores onde se usam classes e objetos, criados a partir de modelos do “Mundo Real”, representando e processando dados usando programa de computadores (SANTOS, 2003). Através destes conceitos aliados ao conhecimento das necessidades do modelo específico (visão geral do sistema, levantamento dos pré-requisitos e definição das entidades principais do mesmo) pode-se adequar perfeitamente as informações de sistemas de recursos hídricos (bacias hidrográficas, aquíferos etc.) aos conceitos de classes e objetos. Cada elemento da bacia hidrográfica e a própria bacia hidrográfica (ver Figura 3) são representados por entidades geométricas, a saber:

- Polígono irregular – Bacia hidrográfica;
- Pontos – Estação pluviométrica, reservatório superficial ou açude, estação fluviométrica e os exutórios de sub-bacias e da bacia hidrográfica;
- Linhas – rede de drenagem.

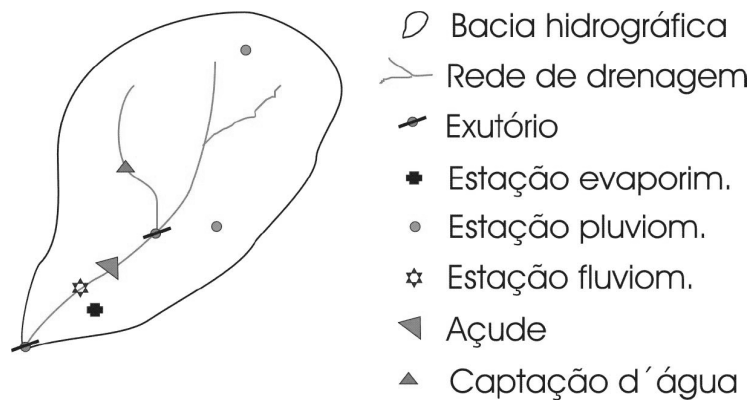


Figura 3: Representação de uma bacia hidrográfica

Na Figura 3, apresenta-se a esquematização de uma bacia hidrográfica da forma como a mesma encontra-se na natureza. Já na Figura 4, tem-se a maneira como a bacia hidrográfica foi representada por meio de classes na POO através de UML (*Unified Modeling Language*), uma linguagem visual para especificar, construir e documentar artefatos dos sistemas (www.omg.org). Esta figura não cobre detalhadamente todos os aspectos de um Diagrama de Classes em UML, porém observa-se através destas ilustrações que o conjunto de classes procura representar a bacia hidrográfica tal qual ela é.

Através desta interpretação para os conceitos de Bacia Hidrográfica e suas entidades, tornaram-se possível não só a implementação do sistema, de acordo com o paradigma de orientação a objetos, como também na estruturação do banco de dados, parte essencial do mesmo.

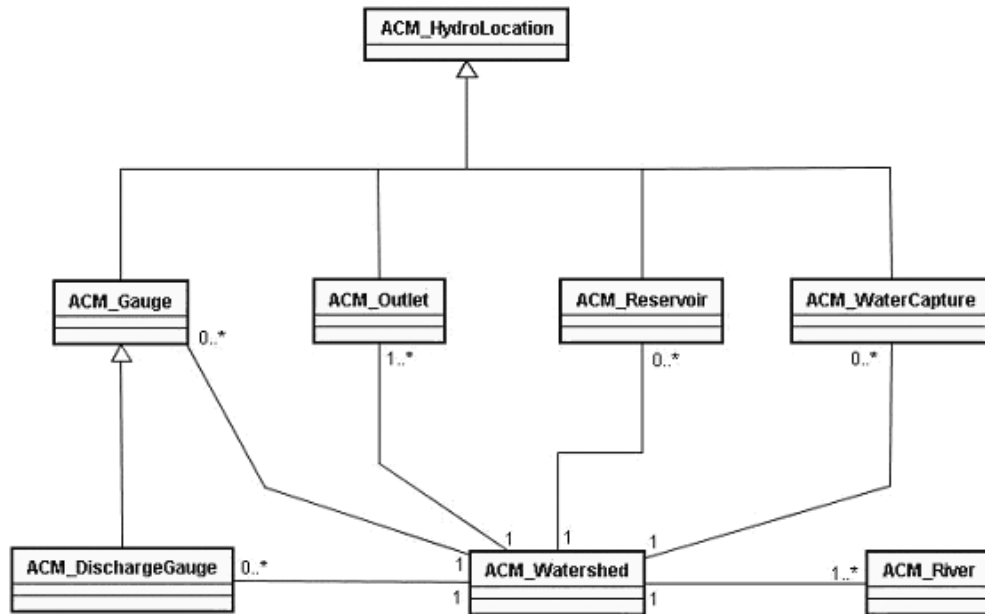


Figura 4: Representação da Bacia Hidrográfica em POO

Por fazer parte do ARENA (Análise de Recursos Naturais) (ALMEIDA, 2006), que é composto por um OpenGIS – o JUMP (2003), também implementado em Java – o SISTBEER pode ser executado como plug-in deste OpenGIS, que é livre, tornando-o assim independente de plataforma. De outra forma, caso seja opção do usuário, o SISTBEER também pode ser executado independente de qualquer SIG. Para fazê-lo, basta que o usuário tenha em seu computador os arquivos e pacotes compilados, a Máquina Virtual Java 5.0, devidamente instalada no computador, bem como uma base de dados local ou uma permissão à base de dados do BEER.

3.2 Base de Dados do SISTBEER

Uma base de dados bem estruturada é assim caracterizada quando a mesma possibilita economia de tarefas operacionais à organização e aumenta a qualidade daquelas informações. Considerar essas questões torna-se um pré-requisito para um rápido acesso, recuperação e atualização dos dados. Caso uma tabela contenha dados redundantes, isto torna o respectivo banco ineficaz e com dados ambíguos e, portanto, não confiável. A fim de manter a unicidade destes dados, o banco de dados do SISTBEER foi estruturado contendo chaves primárias duplas e até triplas, tornando este banco consistente, permitindo o armazenamento, o acesso e o processamento das informações nele contidas de forma simples e eficiente.

De acordo com as especificações do manual do PostgreSQL (www.postgresql.org), uma restrição por chave primária (*Primary Key* - PK) especifica que a coluna, ou colunas, da tabela específica pode conter apenas valores únicos (não duplicados) e não nulos. Tecnicamente, uma chave primária é composta pela combinação de unicidade (*UNIQUE*) com não nulo (*NOT NULL*).

Todo tipo de dado a ser persistido na base de dados do SISTBEER pertence a algum tipo de estação, seja ela climatológica, fluviométrica ou pluviométrica. Foi criada uma tabela para cada uma dessas estações: *tb_climatologicgauges*, *tb_dischargegauges* e *tb_rainfallgauges*, respectivamente. Por sua vez, cada uma destas estações deve pertencer a alguma bacia hidrográfica específica a qual é identificada através de um código, ou seja, um identificador que será classificado pela base de dados como chave primária por ser único e não-nulo na tabela *tb_watershed*, que armazenará as informações sobre cada bacia hidrográfica (nome, código, geometria, tempo de concentração).

Para obter o relacionamento entre duas tabelas, utilizamos o conceito de Chave Estrangeira (*Foreign Key* - FK), uma chave estrangeira é um campo que aponta para a chave primária de outra tabela, mantendo assim a integridade referencial dos dados. Desta forma, a tabela de uma estação específica, se relaciona com a chave primária da tabela *tb_watershed*, este campo que se relaciona com a chave primária de *tb_watershed* denominamos como chave estrangeira.

Finalmente, para cada *array* existe uma tabela disponível. No caso de dados pluviométricos (tabela *tb_rainfallgauges*), o qual contém três tipos de *array*'s - *Array 10*, *Array 20* e *Array 30* – três tabelas diferentes farão referência a cada *array*: *tb_rainfall_array10*, *tb_rainfall_array20* e *tb_rainfall_array30*, respectivamente. Considerando que uma chave primária pode ser uma tupla de qualquer tamanho, para os dados persistidos nessas tabelas, a duplicidade dos dados é evitada através da estruturação de uma chave primária tripla. Esta chave é formada pelo identificador da bacia hidrográfica, o identificador da referida estação (pluviométrica, no caso) bem como da data e horário em que aquele dado foi observado, onde as duas primeiras são chaves estrangeiras para a tabela *tb_watershed* e *tb_rainfallgauges*, respectivamente.

A Figura 5 mostra o Diagrama Entidade Relacionamento do banco de dados do SISTBEER, onde pode ser visualizado o relacionamento entre as tabelas, suas chaves primárias e os tipos de dados.

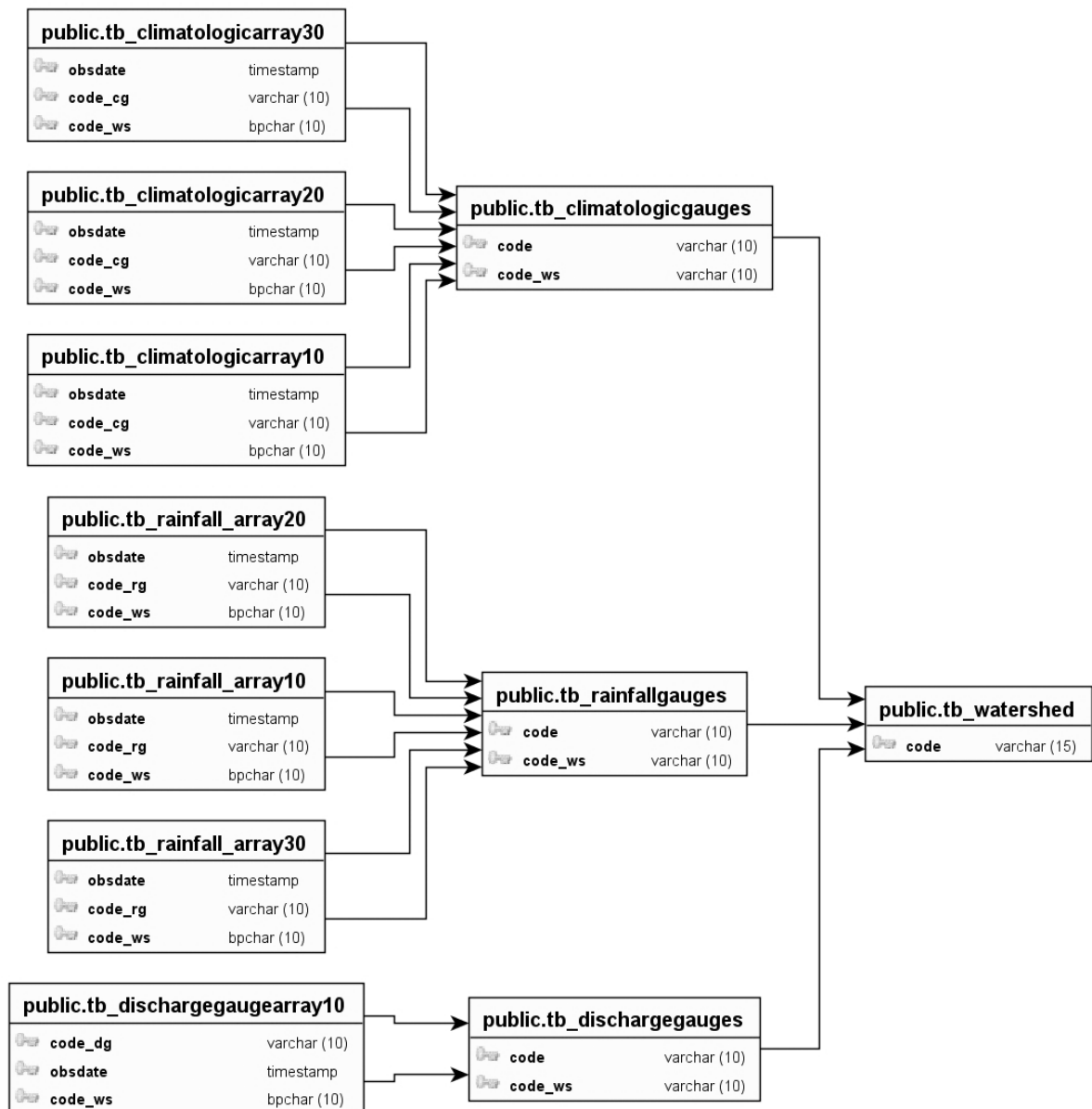


Figura 5: Base de dados do SISTBEER

3.3 SISTBEER: Um Sistema de Informação para o Projeto BEER

A concepção do SISTBEER como um Sistema de Informação (SI) deve-se ao fato de que o mesmo pode ser definido tecnicamente como um conjunto de componentes inter-relacionados. Esses componentes têm finalidade de coletar (ou recuperar), processar, armazenar e distribuir informações destinadas a apoiar a tomada de decisões, a coordenação e o controle de uma organização, neste caso, o projeto BEER. Informações são dados apresentados de uma forma significativa e útil para os seres humanos. Dados, ao contrário, são correntes de fatos brutos que representam eventos que estão ocorrendo nas organizações ou no ambiente físico, antes de terem sido organizados e arranjados de uma forma que as pessoas possam entendê-los e usá-los (Laudon & Laudon, 2004).

Desta forma, todo Sistema de Informação é composto por três atividades: entrada, processamento e saída. A entrada captura ou coleta dados brutos de dentro da organização ou do seu ambiente externo. O processamento converte esses dados brutos em uma forma mais significativa. A saída transfere as informações processadas às pessoas, que as utilizarão ou às atividades em que serão empregadas.

3.4 Padrões de Projeto

De acordo com Gamma *et al* (2000), um projeto de *software* orientado a objetos não deve basear a solução para o seu problema em princípios elementares ou do zero. Ao invés disso, o projeto deve reutilizar soluções que funcionaram no passado, ou seja, deve-se evitar a “reinvenção da roda”. Os Padrões de Projetos foram criados para este fim, eles resolvem problemas específicos de projetos e tornam os projetos orientados a objetos mais flexíveis e, em última instância, reutilizáveis. Metsker (2004) afirma que Padrões de Projeto têm como objetivo encontrar métodos eficazes de se atingir um objetivo, ou resolver problemas.

Gamma *et al* (2000) classificou Padrões de Projeto em três categorias distintas: Criação, Estrutural e Comportamental. Já Metsker (2004) os classificou em cinco categorias distintas: Interface, Responsabilidade, Construção, Operação e Extensão. Porém, ambos autores descrevem Padrões de Projeto já testados e amplamente utilizados em diferentes sistemas. A equipe de desenvolvimento do SISTBEER, em busca não somente a reutilização do mesmo, como também visando torná-lo um sistema orientado a objetos bem sucedido, utilizou diversos padrões seguindo a classificação de Gamma (2000):

- Model/View/Controller (MVC)

Para modelagem das classes do SISTBEER foi utilizado o padrão MVC (Model/View/Controller) (KRASNER *et al*, 1988), que tem por característica principal separar a interface com o usuário – as chamadas GUI's (Graphical *User Interface*) – dos dados, propriamente ditos, ou seja, do processamento das informações. Na camada Model são representados os dados. O controle (Controller) responde às interações do usuário com a camada View, que é a interface gráfica. MVC é classificado por Gamma *et al* (2000) como sendo um padrão estrutural.

- Data Access Object (DAO)

Na camada de dados (Model) foi utilizado o padrão DAO (*Data Access Object*), que consiste em permitir o acesso a todo tipo de informação persistente, seja ela em arquivo ou banco de dados, ou seja, é utilizado para obter e armazenar dados e acessos a partir da origem dos dados. Desta forma, um componente de negócio (Controller) fica exposto apenas à interface do DAO, que esconde toda a complexidade relativa à interação com a fonte de dados sendo utilizada, seja ela arquivo, banco de dados etc.

- Façade

O Padrão de Projeto Façade (fachada) fornece uma interface unificada para um conjunto de interfaces em um subsistema (Gamma *et al*, 2000). Façade define uma interface de nível mais alto que torna o subsistema mais fácil de ser usado. A camada de dados, através dos objetos DAO, participa das transações, mas é a fachada que delimita seu escopo podendo ou não envolver vários métodos de um ou mais objetos DAO's. (Johnson, 2004).

Através do Façade é possível uma menor complexidade do sistema, uma vez que o sistema, através deste padrão, passa a ser estruturado em subsistemas. Através da fachada é disponibilizada ao cliente apenas a chamada ao método, ocultando assim detalhes de sua implementação. Por tanto, por mais complexo que o sistema possa ser, a Façade fornece uma visão simples do mesmo, de acordo com Gamma *et al* (2000), boa e suficiente para a maioria dos clientes.

3.5 Controle de Acesso Baseado em Papéis (RBAC)

A qualidade das informações de uma organização e a garantia de segurança destas informações é um fator preponderante para a sobrevivência da organização (Arthur, 1994).

Em uma perspectiva corporativa, onde a competição é cada vez mais acirrada, os clientes cada vez mais exigentes e a sobrevivência é a preocupação fundamental, observa-se que a garantia de segurança como fator de qualidade da informação deve ser enfocada de forma objetiva, prática e efetiva (NASCIMENTO, 2003). Neste sentido faz-se necessário utilizar uma metodologia que auxilie na aplicação e execução de uma política de segurança de acesso a dados. Esta metodologia parte da utilização de um modelo matemático formal de segurança de controle de acesso baseada em papéis, o RBAC (*Role-Based Access Control*).

Seguindo a política de segurança do RBAC, em que o sistema associa as permissões do usuário de acordo com sua função ou tarefa na organização, o SISTBEER definiu o controle de acesso em três papéis:

- Professor – É possível criar, alterar e excluir Bacias Hidrográficas e estações, independente do tipo destas. A este papel também é permitido importar dados do banco de dados, bem como exportá-los.
- Pesquisador – Ao papel Pesquisador é permitido apenas exportar e importar informações do banco de dados.

- Aluno – Este papel tem permissão de visualizar os dados persistidos no banco e exportá-los para arquivos texto.

4 Resultados e Discussões

Tendo discutido a complexidade e a quantidade dos dados a serem inseridos no banco de dados do BEER, apresentam-se nesta seção as funcionalidades do sistema que implementam esta inserção de dados, bem como a importação destes dados da base de dados.

Através de uma interface gráfica bastante ergonômica, simples e intuitiva, o SISTBEER oferece ao usuário uma série de facilidades para importação e exportação dos dados, a seguir descritas.

4.1 Importação dos dados para a base de dados

Como descrito acima, quando coletados, os arquivos provindos das estações necessitam ser analisados sintaticamente para só assim serem persistidos na base de dados. Antes da implementação do SISTBEER, esta análise era feita pelo próprio usuário, que era responsável pelo manuseio das informações contidas nestes arquivos. De maneira prática e rápida, o sistema exporta os arquivos no banco de dados e trata cada tipo de dado separadamente através de simples inserções na linguagem de pesquisa SQL (*Structured Query Language*), que é padrão na área de banco de dados relacional.

Através dos dataloggers localizados na bacia experimental é possível fazer a coleta dos dados, onde estes os armazenam em arquivos do tipo .dat. O usuário do sistema, quando chega do campo e deseja inserir estes dados na base de dados através do SISTBEER, basta apenas localizar os arquivos através da interface gráfica e, desta forma, executar a importação dos dados do arquivo para a base de dados, conforme visto na Figura 6.

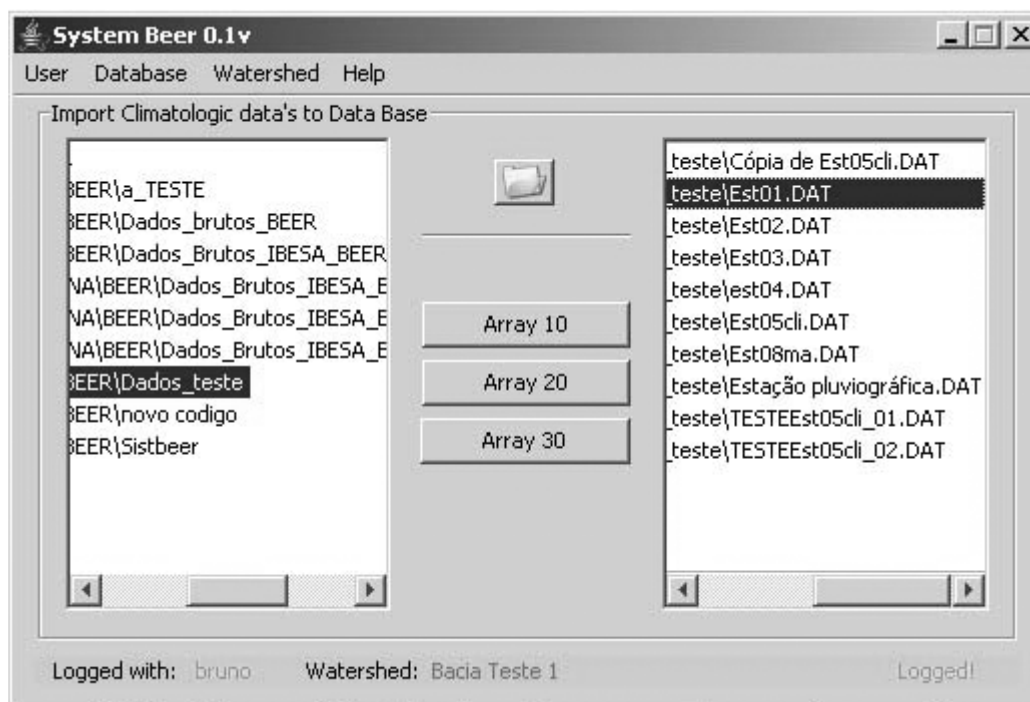


Figura 6: Importação de dados pluviométricos

Diante da possibilidade de algum datalogger, eventualmente, fornecer dados inconsistentes, percebeu-se que é inerente a este tipo de informação a possibilidade de erro no que diz respeito à falta de dados em um certo período. Desta forma, as informações provindas de campo podem estar corrompidas, ora por estarem incompletas, ora por simplesmente não existirem, o que pode torná-las inconsistentes.

A fim de disponibilizar informações seguras ao usuário, o sistema evita que sejam persistidos na base de dados arquivos contendo erros semelhantes ao da Figura 7. Este arquivo é referente à coleta de dados da Estação Climatológica que, como explicado, através do seu Array 10 identificamos diversos dados climatológicos de quinze em quinze minutos (precipitação em mm, temperatura do solo a 5 cm de profundidade, temperatura do solo a 10 cm de profundidade, temperatura do solo a 25 cm de profundidade, velocidade do vento em m/s, direção do vento em Gauss e o desvio padrão).


```

10,2006,276,1100,0,27.96,29.21,28.53,4.294,111.5,23.56 1
10,2006,276,1115,0,28.02,29.43,28.91,4.273,103.7,20.87 2
10,2006,276,1130,0,28.08,94.3,15.51| 3
10,2006,274,1515,0,29.71,32.22,32.81,4.106,109.4,17.1 4
10,2006,274,1530,0,29.79,32.22,32.81,4.558,102.8,14.36 5

```

Figura 7: Inconsistência da informação

Percebe-se, através da Figura 7, que há uma inconsistência na linha 3. Provavelmente o datalogger deve ter parado de funcionar temporariamente. De acordo com esta seção do arquivo, até a linha 3, os dados são referentes ao dia 276 no calendário Juliano, ou seja, 18 de Setembro no calendário Gregoriano. Conforme dito, o Array 10 da estação climatológica coleta dados de quinze em quinze minutos. No exemplo, na linha 1, o dado foi coletado às 11:00 (círculo destacado), na linha 2, às 11:15 e na linha 3 às 11:30, porém precocemente finalizado na oitava coluna de dados (15.51). Percebe-se que na linha quatro, ou seja, quando o datalogger voltou a funcionar, a informação é inconsistente e se refere ao dia 274 do calendário Juliano e não mais 276, às 15:15 e assim por diante. Quando o sistema evidencia este tipo de inconsistência, o mesmo a trata inserindo linha por linha no banco até o ponto em que é evidenciado o erro, tratando o arquivo até este ponto e então informando ao usuário sobre a inconsistência do arquivo e a linha em que se encontrou a inconsistência.

4.2 Exportação dos dados da base de dados

Uma vez armazenados, os dados podem ser exportados da base de dados BEER de maneira simples através do SISTBEER. O sistema oferece ao usuário a escolha de uma pré-formatação de como esses dados serão exportados. Os dados podem ser exportados e armazenados em arquivos do tipo .dat e .txt e, posteriormente, como ainda está em implementação, no formato XML (*Extensible Markup Language*), que é uma linguagem de marcação a qual facilitará o compartilhamento dos dados. Esta pré-formatação também oferece ao usuário a opção de escolha do espaço de tempo em que os dados serão agrupados: por minuto, horários, diários, mensais ou anuais, conforme pode ser visto na Figura 8.

Dados de chuva, provindos da estação pluviométrica, são coletados instantaneamente – no momento em que chove, o dado é registrado – e também de seis em seis horas. Quando o sistema percebe que, no período em que o usuário decidiu, inexistem dados coletados de seis em seis horas (sinal de que o datalogger não funcionou corretamente), informa ao usuário sobre a possível inconsistência desta informação.

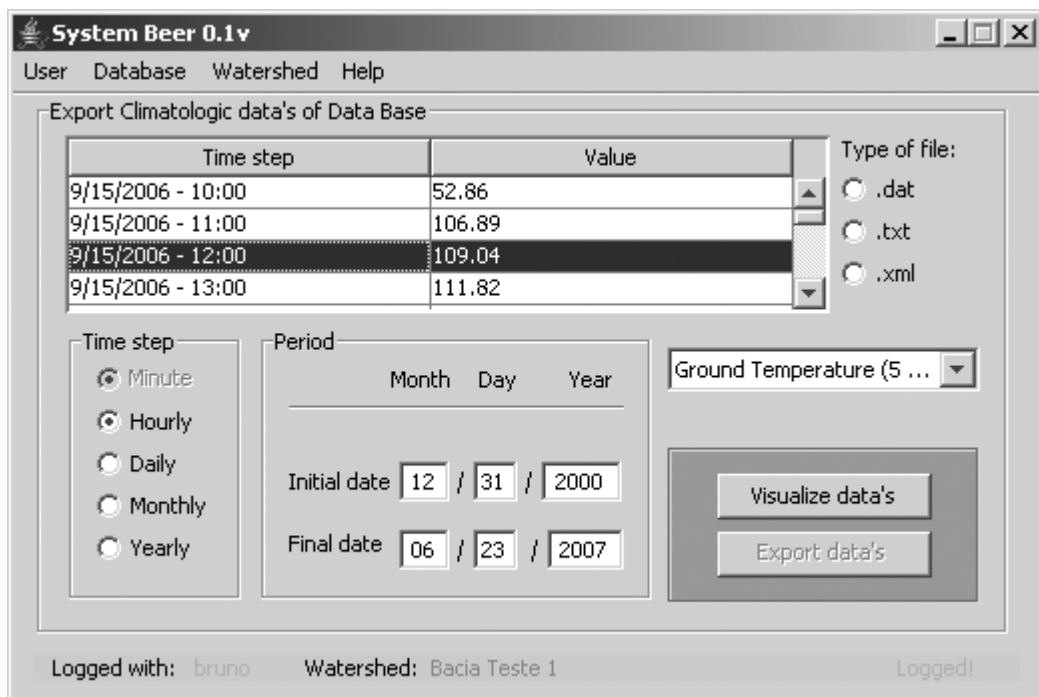


Figura 8: Exportação de dados climatológicos

Através de interfaces gráficas amigáveis, simples e bem estruturadas, o que facilita a interação entre o usuário e o sistema, o SISTBEER acelera o processo de coleta de dados do BEER, executa a persistência destes dados e auxilia na análise dos dados e na tomada de decisões, além de permitir o acesso a um grande número de informações e o compartilhamento destas.

5 Conclusões

O desenvolvimento de um Sistema de Informação em Recursos Hídricos e a sua aplicabilidade em uma organização, no caso o projeto BEER, é de extrema importância para agilização dos processos de negócio da mesma, principalmente quando a entrada envolve uma grande quantidade de dados. Um Sistema de Informação deve prover as informações de interesse da organização de maneira consistente e também deve oferecer segurança no que diz respeito a estas informações, papel conseguido através da utilização do RBAC.

Desenvolver *software* utilizando tecnologias livres aumenta a possibilidade de pesquisa, uma vez que existe uma comunidade à disposição de usuários deste tipo de tecnologia. Porém, tornar um *software* livre implica na necessidade de aquisição de algum tipo de licença livre, evitando possíveis fraudes. Torná-lo reusável não é uma tarefa das mais fáceis, como trata Gamma *et al.* (2000) no início de sua obra: “Projetar *software* orientado a objetos é duro, mas projetar *software* reutilizável orientado a objetos é ainda mais duro”. Para facilitar o desenvolvimento de um *software* orientado a objetos reutilizável, como o SISTBEER, utilizou-se Padrões de Projeto que são técnicas avançadas, testadas e aprovadas por diversos projetos de softwares e aplicadas no desenvolvimento deste sistema.

Espera-se implementar novas funcionalidades ao sistema, bem como tratar os eventuais erros que porventura possam existir, e validá-lo através de testes em nível operacional.

Referências

- ALMEIDA, C. N. *Modelagem integrada de recursos hídricos com apoio de um sistema de informações geográficas*. 2006. 147 f. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento)-Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2006.
- CÂMARA, G. Representação computacional de dados geográficos. In: CASANOVA, M. et al. (Org.). *Bancos de dados geográficos*. Curitiba: Mundo GEO, 2005. v. 1, p. 11-52. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/>>. Acesso em: 19 fev. 2008.
- GAMMA, E. et al. *Padrões de projeto: soluções reutilizáveis de software orientado a objetos*. Porto Alegre: Bookman, 2000. 368 p.
- JOHNSON, R. *Expert one-on-one J2EE development without EJB*. New York: Wiley, 2004. 576 p.
- KRASNER, G. E.; POPE, S. T. A cookbook for using the model view controller user interface paradigm in Smalltalk-80. *Journal of Object-Oriented Programming*, New York, v. 1, n. 3, p. 26-49, Ago./Sept. 1988
- LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P. *Sistemas de informações gerenciais*. São Paulo: Prentice Hall, 2004. 480 p.
- METSKER, S. J. *Padrões de projeto em Java*. Porto Alegre: Bookman, 2004. 407 p.
- NASCIMENTO, M. E. M.; ROSA, R. L.; MATTOS, L. A. F. Uma proposta metodológica para implantação do modelo RBAC em sistemas de banco de dados. In: SIMPÓSIO SEGURANÇA EM INFORMÁTICA, 5., 2003, São José dos Campos. *Anais...* São Paulo: Instituto Tecnológico de Informática, 2003. v. 1. p. 55-60.
- POSTGRESQL. *Manual*. Disponível em <<http://www.postgresql.org/>>. Acesso em: 20 fev. 2008.
- REHISA. *Relatório final do projeto IBESA: implantação de bacias experimentais no semi-árido*. Projeto FINEP/FUNPEC 22010453-00. Recife, 2004. 291 p.
- SANTOS, R. *Introdução à programação orientada a objetos usando JAVA*. Rio de Janeiro: Campus, 2003. 352 p.

SOBRE OS AUTORES

Bruno Neiva Moreno

Graduando de Ciência da Computação pela Universidade Federal da Paraíba. Bolsista CNPQ/PIBIC do Laboratório de Recursos Hídricos e Engenharia Ambiental (LARHENA/CT/UFPB) desde Agosto de 2006 até o momento atual.

Amílcar Soares Junior

Graduando de Ciência da Computação pela Universidade Federal da Paraíba. Estagiário do Laboratório de Recursos Hídricos e Engenharia Ambiental (LARHENA/CT/UFPB) desde Abril de 2007 até o momento atual.

Cristiano das Neves Almeida

Engenheiro Civil pela Universidade Federal da Paraíba, em 1998, Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Universidade de São Paulo (USP) em 2001, Doutor em Hidráulica e Saneamento pela USP. Atualmente é professor adjunto do Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, onde atua em nível de graduação e pós-graduação.

Alain Marie Bernard Passerat de Silans

Engenheiro Hidráulico pela Universidade de Toulouse III em 1972, Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal da Paraíba em 1980, Doutor em Recursos Hídricos pela Universidade de Grenoble em 1986. Atualmente é professor aposentado da Universidade Federal da Paraíba junto ao Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, onde atua em nível de graduação e pós-graduação, tendo orientado 11 dissertações de mestrado e 4 teses de doutorado. Consultor *ad hoc* CNPq.

Recebido em: 07.02.2009

Aceito em: 16.03.2009

Revisado em: 14.04.2009