

**ESTRUTURAÇÃO DE SISTEMA DE
INFORMAÇÃO AMBIENTAL EM BACIAS HIDROGRAFICAS:
ESTUDO DE CASO DA BACIA HIDROGRAFICA RIO DO PEIXE**

Willian Jucelio Goetten¹
Solange da Veiga Coutinho²

RESUMO

Devido à grande importância da preservação dos recursos naturais e principalmente dos recursos hídricos, desenvolveu-se uma Sistema de Informação Ambiental – SIA com o objetivo de auxiliar na gestão dos recursos hídricos na bacia hidrográfica Rio do Peixe. O Sistema de Informação (SI) é um dos Instrumentos propostos pela Política Nacional de Recursos Hídricos Lei Federal 9.433/97, e é justamente aquele que ressalta a importância da informação, que irá torna-se a base essencial para a correta aplicação de todos os demais instrumentos de gestão, pois uma decisão informada é uma decisão mais bem qualificada e com maior respaldo técnico. Para a estruturação desse SI foi necessário um inventário completo nas pesquisas realizadas na bacia hidrográfica Rio do Peixe, divulgadas através dos seminários técnicos científicos promovidos pelo Comitê Rio do Peixe. A gestão de bacias hidrográficas envolve uma grande quantidade de aspectos sociais e políticos, porém o principal objetivo da gestão é tomar decisões sobre o uso dos recursos hídricos de uma bacia e implementá-las com eficácia. A estruturação desse sistema, vinculado as atividades executivas dos projetos e programas estratégicos realizados pelo Comitê Rio do Peixe, possibilitará a realização do Plano de Bacia, principal instrumento de gestão de recursos hídricos. Dentre as sugestões para o melhor aproveitamento de valoroso levantamento destaca-se a necessidade de criar condições para a coleta informações e sua introdução no modelo e também a importância da efetiva participação popular para o sucesso do mesmo.

Palavras-chaves:: Sistema de Informação Ambiental, bacia hidrográfica, recursos hídricos

ABSTRACT

Due to the great importance of preserving natural resources and especially water resources, has developed an Environmental Information System - CIS in order to

¹ Graduando em Engenharia Ambiental – UNIARP.

² Docente de Engenharia Ambiental – UNIARP. Rua Victor Baptista Adami, nº 800 – Centro CEP.: 89500-000 – Caçador-SC.

assist in the management of water resources in the Rio do Peixe basin. The System Information (SI) is one of the instruments proposed by the National Water Resources Federal Law 9.433/97, is precisely that which emphasizes the importance of information, which will become the essential basis for the correct application of all other management tools, for an informed decision is a decision better qualified and more technical support. For the structure of the (SI) took a complete inventory of the research conducted at the Rio do Peixe basin, disseminated through technical seminars sponsored by the Scientific Committee of Rio do Peixe. The watershed management involves a lot of social and political aspects, but the main goals of management is making decisions about the use of water resources in a basin and implement them effectively. The structure of this system, linked to the activities of executive strategic plans and programs undertaken by the Committee of Rio do Peixe, will enable the achievement of the Basin Plan, the main tool for management of water resources. Among the suggestions for better utilization of valuable survey highlights the need to create conditions for collecting information and its introduction into the model and also the importance of effective popular participation for success.

Keywords: Environmental Information System, watershed, water resources

1 INTRODUÇÃO

Ao longo da evolução intelectual da humanidade, o homem pereceu pela organização e gestão dos registros de seus admiráveis avanços. Baseada nesta necessidade surgiu a primeira biblioteca da história criada pelo rei Assurbanipal II por volta do século 7 a.C em Nínive, cidade mais importante da Assíria (atual Iraque) com a finalidade armazenar milhares de tabuletas escritas. Assim criou-se o hábito de arquivar e armazenar experiências, para a sua consulta e posterior transmissão do conhecimento aos seus descendentes (GALDINO et al, 2011).

Haja vista a grande importância da preservação dos recursos naturais e principalmente dos recursos hídricos, o homem vê-se obrigado a buscar respostas para a compreensão e resolução dos mais variados problemas ambientais. Seja para realizar a modelagem de um sistema pluviométrico ao na determinação de fontes pontuais de poluição, faz-se necessário o princípio acadêmico da busca pelo conhecimento, pela determinação de dados, valores e parâmetros, geralmente baseados em literatura existente de mesmo tema. O resultado deste trabalho, por exemplo, posteriormente tornar-se-á fonte de pesquisas futuras, demonstrando assim a necessidade de criarem-se mecanismos capazes de organizar tais pesquisas, com a finalidade de que estas possam tornar-se instrumentos para a gestão dos recursos hídricos (TESSER, 2007).

Este trabalho propõe uma estruturação para a criação de um sistema de informação integrado, através da projeção de um Banco de Dados que facilite a pesquisa e a disposição interativa dos estudos relacionados aos recursos hídricos de uma Bacia Hidrográfica. Levando em consideração o envolvimento de diferentes entidades responsáveis pelas pesquisas, divulgação e gerenciamento dos recursos hídricos locais.

Uma abordagem sistêmica tem sido o caminho para a aplicação de metodologias de análise e síntese dos problemas em questões organizacionais relacionadas ao meio ambiente. Esta abordagem implica em uma maior utilização de ferramentas computacionais de análise, que sejam capazes de manipular grandes quantidades de dados e gerar novas informações e conhecimentos, a serem usado no processo de gerenciamento e tomado de decisões. O Sistema de Informações (SI) é provavelmente, dentre as ferramentas de suporte à tomada de decisões, aquela que mais se indica a este enfoque sistêmico de gerenciamento de recursos naturais (ROCHA, 1997).

O sistema apresentado destaca-se por criar uma interface direta com os instrumentos de gestão de recursos hídricos, já previstos na Lei Federal 9.433/97, essa interação ocorre justamente com o Artº 25: O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos é um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão (BRASIL, 1997, p.7).

Tal Banco de Dados possibilitará a identificação rápida de pesquisas já realizadas, dados disponíveis por órgãos públicos, além dos demais elementos existentes a serem considerados no processo e pesquisa. É necessário observar, também, que a dinâmica da evolução nessa área do conhecimento apresenta constantemente novos desafios. A construção de padrões de trabalho e ferramentas gerenciais que sejam capazes de responder à necessidade de se ter uma visão integrada, dentro dos princípios do desenvolvimento sustentável, é um novo desafio dentro da área de recursos hídricos (TUNDISI, 2003).

A proposta desse sistema, vinculado as atividades executivas dos projetos e programas estratégicos realizados pelo Comitê Rio do Peixe, possibilitará a realização do Plano de Bacia, principal instrumento de gestão de recursos hídricos. Os planos de bacia hidrográfica definem as orientações para a gestão e proteção da água, a elaboração desse sistema é de extrema relevância para o mesmo. A

aplicabilidade do sistema foi realizada utilizando-se informações da Bacia Hidrográfica Rio do Peixe, em Santa Catarina. Dentre as sugestões para o melhor aproveitamento de valioso levantamento destaca-se a necessidade de criar condições para a coleta informações e sua introdução no modelo e também a importância da efetiva participação popular para o sucesso do mesmo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SISTEMA DE INFORMAÇÃO

O Sistema de Informação (SI) é uma ferramenta que tem como função colecionar, armazenar, recuperar, transformar e exibir dados espaciais referenciados ao mundo real. Existem várias definições para conceituar o que é um, Silva (1998) sintetizou-as na definição dos requisitos necessários a um sistema para que este seja considerado um SI o mesmo necessita usar o meio digital, portanto o uso intensivo de informática é imprescindível e assim faze-se necessário existir uma base de dados integrada. O SI deve conter funções de análise destes dados. Para ser capaz de realizar estas operações, e ainda dispor de entrada e saída de dados em diversos formatos, o SI normalmente integra diversos outros sistemas.

Para facilitar a compreensão de um SI faz-se necessário o entendimento comum sobre os conceitos e significados de dados, informações e sistemas de suporte de decisões. Entende-se por dado: os valores de um campo armazenado e matéria-prima para obtenção de informação. Já Informação é o dado ao qual se atribui um significado, sendo que:

Os Dados não costumam ser importantes para o processo decisório, mas informações são essenciais. A transformação de dados em informações pode ser um processo simples de análise comparativa ou adição de conhecimentos correntes, mas poderá requerer análises mais elaboradas com a utilização de modelos matemáticos (PORTO E LA LAINA PORTO, 2008, p. 50).

Sistemas de suporte a decisões podem ser entendidos como processos ainda mais elaborados e complexos da transformação de dados em informações.

2.2 BANCO DE DADOS

Uma das características fundamentais da abordagem de base de dados é que ela fornece algum nível de abstração de dados, pela omissão de detalhes de armazenamento de dados que não são necessários para a maioria dos usuários. O modelo de dados é a principal ferramenta que fornece esta abstração. Um Modelo de Dados é um conjunto de conceitos que podem ser usados para descrever a estrutura de uma base de dados. Por estrutura de uma base de dados entende-se os tipos de dados, relacionamentos e restrições pertinentes aos dados. Muitos modelos de dados também definem um conjunto de operações para especificar como recuperar e modificar a base de dados (TAKAI, ITALIANO E FERREIRA, 2005).

2.3 BASE DE DADOS

Uma Base de Dados é uma Coleção de dados relacionados, com valor de um campo armazenado, ou matéria-prima para obtenção de informação. Uma base de dados necessita de uma fonte de dados e de interação com eventos do mundo real, fazendo com o usuário sintá-se interessado no seu conteúdo. Definir uma base de dados envolve a especificação de tipos de dados a serem armazenados na base de dados. A base de dados e o software de gerenciamento da base de dados compõem o chamado Sistema de Base de Dados como demonstrado na figura 2. (TAKAI, ITALIANO E FERREIRA, 2005).

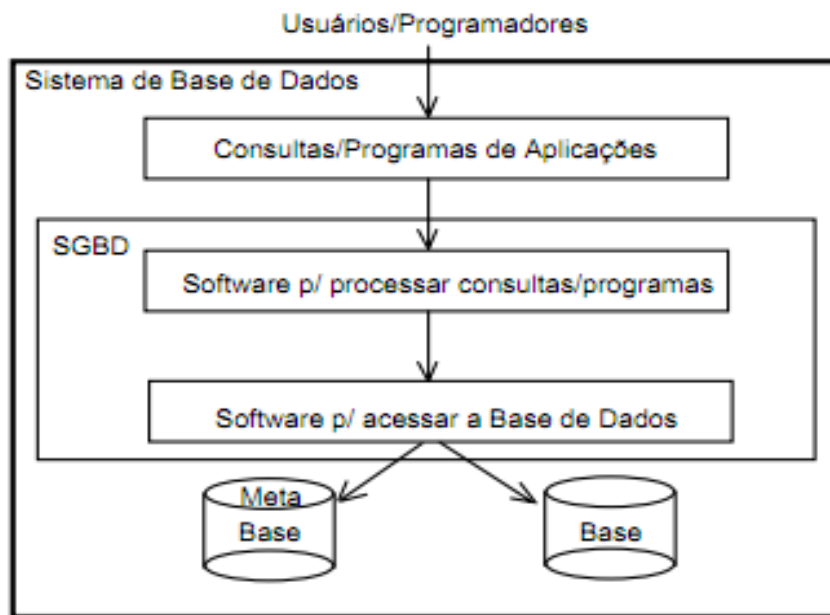


Figura 1 - Fluxograma básico do funcionamento de uma base de dados

Fonte: (TAKAI, ITALIANO E FERREIRA, 2005, p.15).

2.4 SISTEMA DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL

O processo de gestão exige a introdução de ferramentas computacionais que permitam o acesso rápido aos dados da bacia hidrográfica, possibilitem a avaliação de cenários atuais e futuros e possam analisar alternativas de implantação de obras e de operação de sistemas. Tomadas de decisão sobre outorga, eventuais racionamentos, enquadramento de cursos de água por classes de uso, controle de cheias, tratamento e diluição de efluentes, adoção de medidas de contingência, através de informações organizadas e atualizadas. Há um grande esforço para a criação do Sistema Nacional de Informação em Recursos Hídricos que vem sendo desenvolvido pela Agência Nacional de águas, e vários Estados da Federação vêm também investindo em seus sistemas estaduais (PORTO E LA LAINA PORTO, 2008).

2.5 BACIAS HIDROGRÁFICAS

Bacia hidrográfica pode ser conceituada, de uma forma simples, como sendo

um conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes (devido às suas características geográficas e topográficas). A área de uma bacia hidrográfica abrange a região da nascente até a desembocadura do rio principal (Comitê Rio do Peixe apud Perazzoli, 2008).

Os principais elementos componentes das bacias hidrográficas são os “divisores de água” - cristas das elevações que separam a drenagem de uma e outra bacia, “fundos de vale” - áreas adjacentes a rios ou córregos e que geralmente sofrem inundações, “sub-bacias” - bacias menores geralmente de algum afluente do rio principal, “nascentes” - local onde a água subterrânea brota para a superfície formando um corpo d' água, “áreas de descarga” - locais onde a água escapa para a superfície de terreno, vazão, “recarga” - local onde a água penetra no solo recarregando o lençol freático, e “perfis hidrogeoquímicos” ou “hidroquímicos” - características da água subterrânea no espaço litológico (Faria apud Perazzoli, 2008, p.31).

A bacia hidrográfica é um conjunto de terras drenadas por um rio principal, seus afluentes e subafluentes, essa idéia de bacia hidrográfica está ligada a idéia da existência de nascentes, divisores de água e características dos cursos de água, principais e secundários denominados afluentes e subafluentes (MOARA e ALBANO, 2008).

E pode ser entendida como uma área onde a precipitação é coletada e conduzida para seu sistema de drenagem natural isto é, uma área composta de um sistema de drenagem natural onde o movimento de água superficial inclui todos os usos da água e do solo existentes na localidade. Segundo Tucci (2001), em síntese, a qualidade e quantidade dos recursos hídricos de uma bacia são reflexos do uso e ocupação do seu solo.

2.6 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

A Lei 9.433/97 estabelece princípios básicos para a gestão dos recursos hídricos: a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento, associada ao reconhecimento da água como bem econômico; o reconhecimento da importância de seus usos múltiplos e a necessidade de um trabalho de gestão a um só tempo descentralizado e participativo. Estes princípios são praticados hoje em todos os países que avançaram na gestão de seus recursos hídricos (MELLO, 2004).

Dessa maneira, salienta-se a necessidade de criação de novas metodologias/processos de planejamento para gerenciamento de bacias

hidrográficas que envolvam tanto a integração de disciplinas e atores, como também a participação da sociedade em seus procedimentos básicos (HEDELIN, *apud* POLETTI, 2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido através de um levantamento minucioso, entre o período de Março a Julho de 2011, a cerca das pesquisas realizadas na Bacia Hidrográfica Rio do Peixe, esse inventário inicial teve como objetivo gerar informações para a criação da Base de Dados. Para tal, foram requisitados dados a respeito da Bacia Hidrográfica em instituições universitárias, órgãos de pesquisa do Governo Estadual e diretamente no Comitê da Bacia Hidrográfica Rio do Peixe – Comitê Rio do Peixe.

A obtenção dos dados sobre pesquisas realizadas dentro do âmbito da Bacia Hidrográfica Rio do Peixe foram provenientes de dois seminários técnicos científicos realizados pelo Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica Rio do Peixe, que tinham justamente o objetivo de coletar todas as pesquisas realizadas por órgãos públicos, entidades de pesquisa e particulares; criando assim um acervo específico desta Bacia Hidrográfica. Após leitura detalhada de todos os artigos confeccionados, separou-se os trabalhos em gráficos por temas e por área física de atuação o que auxiliou na elaboração do mapa interativo, realizado em HTML .

Posteriormente a coleta de informações, foram realizadas análises e classificações, dividindo as pesquisas em grupos-chaves. Para esta divisão em grupos chaves foram elencadas as seguintes áreas de interesse: tema, autor, ano, tipo de material (pesquisa, monografia, tese, artigo) e relevância. Para a determinação da relevância do estudo foi adotado o método indutivo, onde foi analisada a revisão bibliográfica e características de cada estudo individualmente.

Após classificados em grupos-chaves, os dados puderam se exportados para o programa digital criado especialmente para o desenvolvimento do trabalho. O *software*³ criado para armazenar os dados e dar suporte à base de dados, foi desenvolvido através do Editor de base de dados e interface Borland Database Engine®. Seu funcionamento ocorre de formas simples, sua lógica de programação

³ Software é conjunto de atividades e resultados associados que geram um produto de software. Essas atividades são, em sua maioria, executadas por desenvolvedores sistemas.

é de armazenamento – Modo Cadastro – e rastreamento – Modo Busca.

A linguagem de programação e Delphi®, muito utilizado em programações empresariais e industriais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente através do acesso as pesquisas foi possível determinar: O número de estudos publicados por ano (figura 2), o número de estudos divididos por tema (figura 3), por local onde estudo onde tal estudo foi baseado, seja uma cidade, região ou até mesmo a bacia como um todo (figura 4), sendo identificado também as cidades onde concentra-se o maior número de publicações (figura 5).

Compreendendo os estudos presentes nos anais do I e do II Seminário sobre Gestão de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica Rio do Peixe, foi possível identificar 57 estudos relevantes, em dez anos.

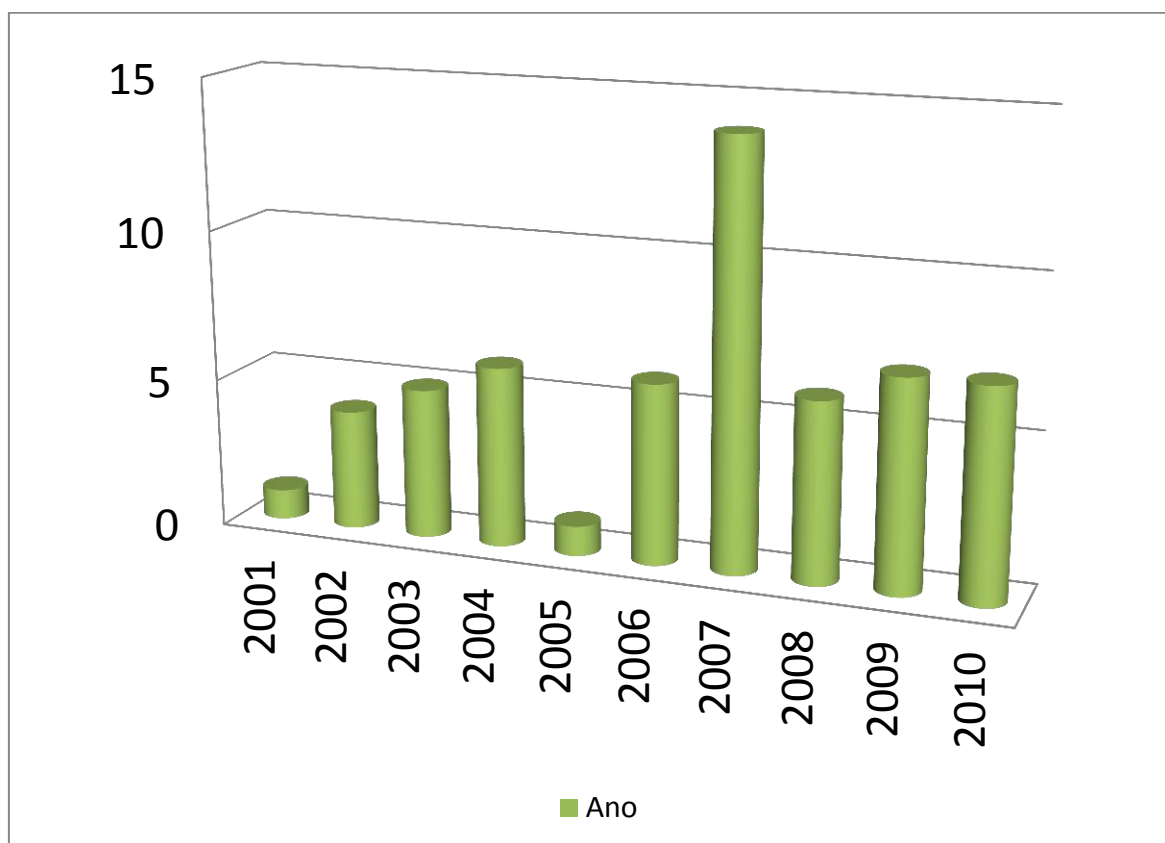


Figura 2 – Relação de pesquisas realizadas por ano

Fonte: Pesquisa nos materiais de divulgação dos Seminários Técnicos Científicos, (GOETTEN, 2011)

Com tal visualização é possível afirmar que de 2001 á 2004 houve um

crecente no número de estudos realizados, porém o ano de 2005 aparece como um ano de poucas pesquisas realizadas, já de 2006 para 2010 o número manteve-se constante.

Posteriormente estes 57 estudos catalogados foram distribuídos de acordo com seus temas. Sendo os mais relevantes citar: Educação Ambiental; Fauna e Flora; Gênese Morfologia e Uso do Solo; Gestão Ambiental; Hidro-sanitário; Monitoramento, Preservação e Acompanhamento; Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs); Qualidade da Água; Suinocultura e Avicultura; e Zona Ripária – Mata Ciliar. Os resultados podem ser observados no gráfico a seguir:

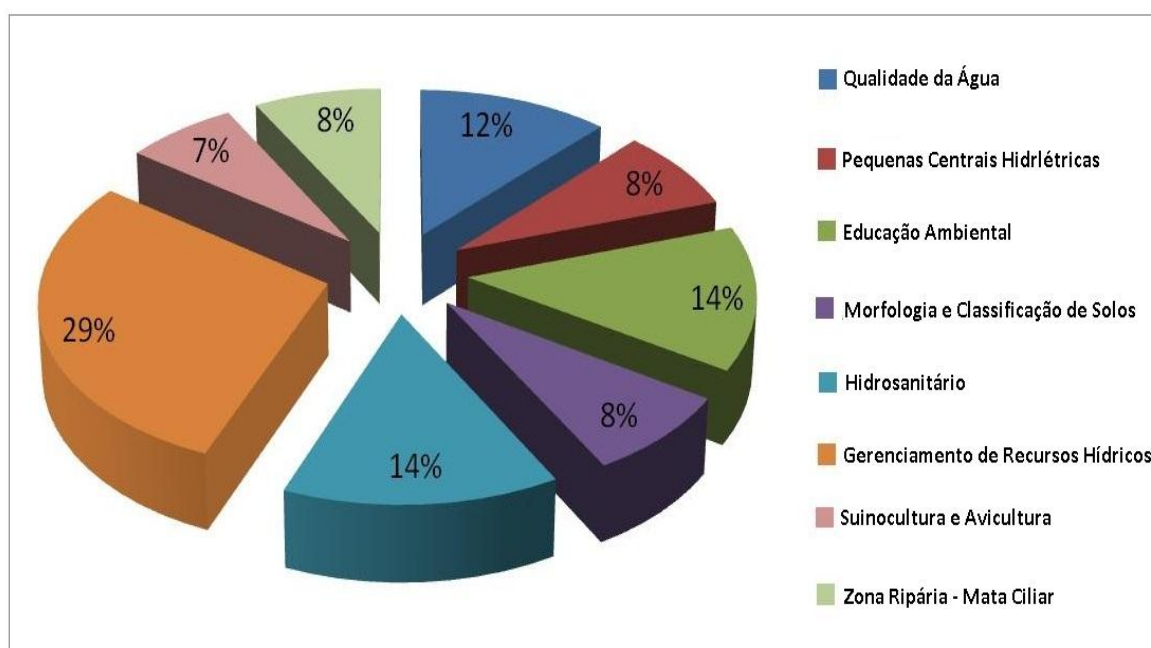


Figura 3 – Relação de pesquisas por tema

Fonte: Pesquisa nos materiais de divulgação dos Seminários Técnicos Científicos (GOETTEN, 2011)

Pode-se observar que: alguns estudos são de extrema importância para o entendimento e a preservação da Bacia Hidrográfica Rio do Peixe, tais como os relacionados a qualidade da água e a suinocultura por exemplo, pois é de interesse da população ter acesso a tais informações, já que a sociedade como um todo é a grande consumidora destes recursos. Em relação à suinocultura, que é umas das grandes fontes de renda da região, é importante também realizar e divulgar as pesquisas com relação aos impactos causados ao meio ambiente por tal atividade. Outro ponto interessante que pode ser analisado através deste levantamento são as práticas relacionadas a educação ambiental, amplamente difundida e divulgada na

sociedade, pois pode-se observar que a mesma carece de uma maior ênfase nas cidades de menor porte.

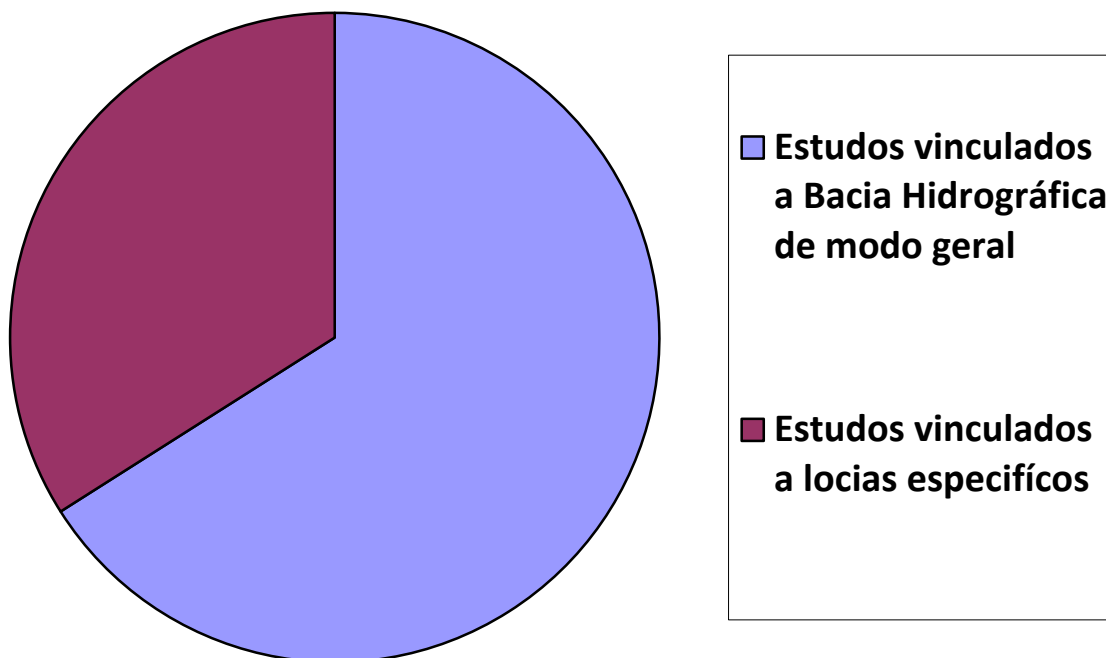


Figura 4 – Concentração dos Estudos por locais

Fonte: Pesquisa nos materiais de divulgação dos Seminários Técnicos Científicos (GOETTEN, 2011)

Pode-se observar também que existem três eixos principais de pesquisa relacionados à Bacia Hidrográfica, são eles: Caçador, Joaçaba e Videira que concentram grande parte dos estudos. Isto se dá devido aos três municípios terem grandes centros universitários. Os outros estudos geralmente compreendem a Bacia Hidrográfica como um todo, sem ser pontual.

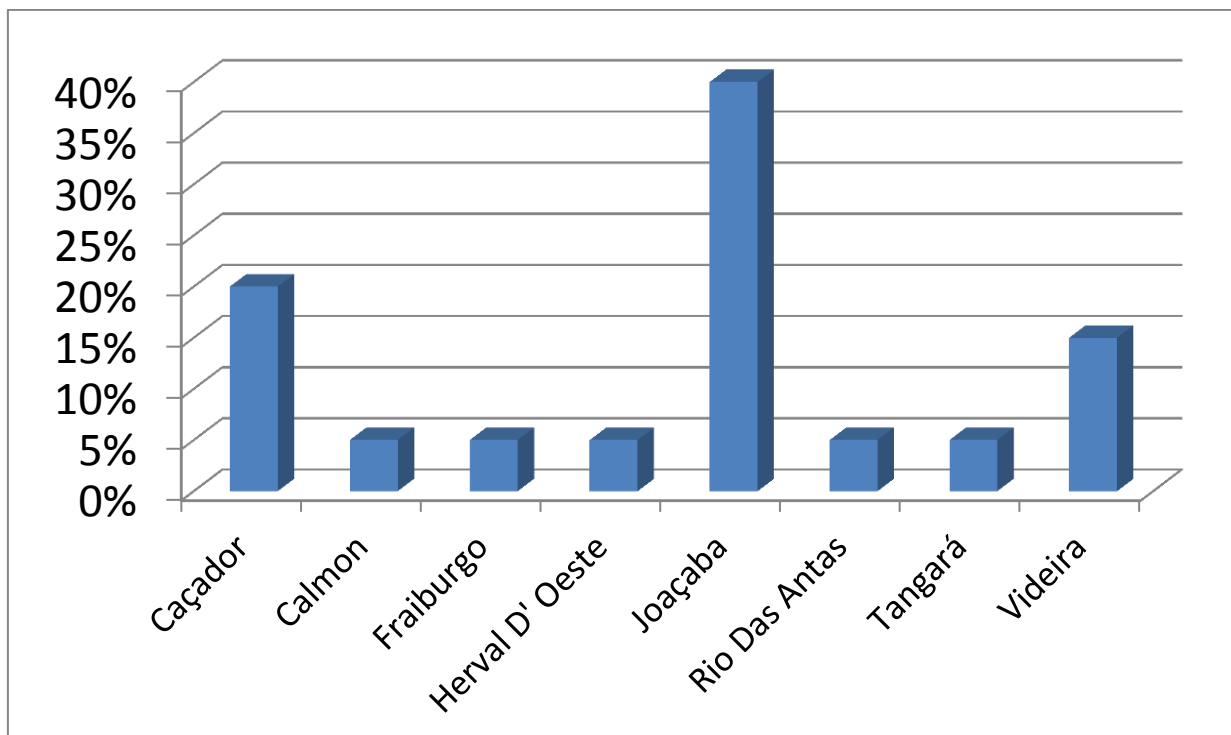


Figura 5 – Distribuição de estudos realizados por cidades

Fonte: Pesquisa nos materiais de divulgação dos Seminários Técnicos Científicos, 2011

O trabalho de análise e condensação dos estudos resultou na confecção de um mapa interativo além de servir como base de dados para a estruturação do Sistema de Informação Ambiental da Bacia Hidrográfica Rio do Peixe.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Base de Dados aqui criada, além de conter informações significativas facilitará a confecção do plano de gestão da Bacia Hidrográfica Rio do Peixe, sendo este um dos instrumentos necessários à gestão dos recursos hídricos por parte do Comitê Rio do Peixe. Já software de pesquisa desenvolvido, chamado SIA – Sistema de Informação Ambiental permitirá a organização e o inventário de todas as informações relacionadas à referida Bacia Hidrográfica.

Esse Sistema de Informação servirá como Base de Dados para o Comitê Rio do Peixe, com tais dados armazenados, a busca por resultados e melhorias na gestão e atendimento a Bacia Hidrográfica Rio do Peixe como um todo será facilitado. O modelo desenvolvido poderá ser alimentado e atualizado periodicamente, contribuído ainda mais com o desenvolvimento da pesquisa na

Bacia Hidrográfica.

Essa experiência demonstrou que Sistemas de Informação Ambiental são instrumentos eficientes para auxiliar os chamados Grupos de Tomada de Decisões, a partir de uma base comum de informações. Essa estrutura (base de dados) é o que legitima o sistema e dá forças para sua sustentação. Para a continuidade da evolução do sistema, torna-se necessário o processo participativo de discussão e de integração entre os setores interessados, além dos usuários da água.

A Lei n. 9.433/97 iniciou a implantação da gestão integrada das águas no Brasil. Essa determinação, apesar de amplamente aceita, é de alta complexidade e encontra inúmeras dificuldades para sua implantação. Entre essas dificuldades, está à implantação dos instrumentos da gestão de recursos hídricos. Tais instrumentos de gestão podem auxiliar na gestão integral dos recursos hídricos.

Apesar de a gestão precisar apoiar-se em instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, os aspectos econômicos atrapalham como no caso do Sistema de Informação, que é avaliado como caro pelos especialistas.

Fato é que o registro de algo importante para as atividades de gestão de recursos hídricos é essencial, além de que os dados sejam armazenados de forma segura e íntegra, e possam ser facilmente recuperáveis. Para tanto, há necessidade de utilização de programas de computador especializados (os chamados bancos de dados) e é essencial a existência de um responsável (ou responsáveis) pela atualização e manutenção desses sistemas, tais como SIAM – Sistema de Informação Ambiental do Mercosul, exemplo de uso dessa valorosa ferramenta.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997** – Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Disponível em: www.mma.gov.br/estruturas/srh/_arquivos/lei9433.pdf. Acesso em: fev. 2012.

CANALLE, Daniela Proner. **Análise estatística mensal e anual da precipitação, evapotranspiração e contabilidade hídrica na bacia do Rio do Peixe/SC**. 2007. (Trabalho de Conclusão de Curso) Universidade do Oeste de Santa Catarina - UNOESC. Joaçaba – SC.

GALDINO, Rafael Zanetti; LOPES, Elias de Mendonça; JACQUES, Leonardo Cesar Barbosa Peres; AMARAL, Karolyne Sousa. **HISTÓRIA DA CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO E DA BIBLIOTECA: A Memória da Escrita e da Biblioteca. XIV Encontro Regional de Estudantes de Biblioteconomia, Documentação, Ciência**

da Informação e Gestão da informação. (Artigo Científico). 2011. Universidade Federal do Maranhão - UFM, São Luís – MA.

MOARA, Cleci Tersinha & ALBANO, Juliano Alaide. **Análise e Gestão de Bacias Hidrográficas.** 1 ed. Indaial – SC. Editora ASSELVI, 2008.

NETO, Aurélio Azevedo Barreto; FILHO, Carlos Roberto de Souza. **Modelagem hidrológica utilizando lógica fuzzy, SIG e dados de sensoriamento remoto.** Federal de Educação Tecnológica do Espírito Santo - CEFETES Silva (1998).

PERAZZOLI, Mauricio. **Sugestão de critérios ambientais para avaliação de impacto ambiental de Pequenas Centrais Hidrelétricas na Bacia Hidrográfica Rio do Peixe – SC.** (Trabalho de Conclusão de Curso). 2009. Universidade do Contestado – UnC. Caçador.

PORTO, Monica Ferreira do Amaral; LA LAINA PORTO, Rubem. **Gestão de bacias hidrográficas.** 22. Ed. São Paulo – SP. Editora: Estudos Avançados, 2008.

ROCHA, Jansle Viera. **O sistema de informações geográficas no contexto do planejamento integrado de bacias hidrográficas.** (Artigo Científico). 1998. Disponível em: www.fea.unicamp.br/docentes/ortega/livro/C20-SIGPIBH-Jansle.pdf. Acesso em: 05 de mar. 2012.

TAKAI, Osvaldo Kotaro; ITALIANO, Isabel Cristina; FERREIRA, João Eduardo. **Introdução a banco de dados** . 1. Ed. São Paulo – SP. Editora: DCC-IME-USP, 2005.

TESSER, Daniel Poletto. **Sistema interativo de gestão integrada de recursos hídricos.** (Tese de Doutorado). 2007. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis – SC.

TUCCI, Carlos E. M. **Hidrologia – Ciência e Aplicação** . Ed.1 Porto Alegre – RS. Editora da Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul - UFRGS, 2001.

TUNDISI, José Galizia. **Água no século XXI: Enfrentando a escassez.** 2. Ed. São Paulo – SP. Editora: RiMa, 2003.