

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA E
GESTÃO DO CONHECIMENTO**

Simone Stadnick

**UM MODELO DE CONHECIMENTO PARA USO DE BALANÇO
HÍDRICO SUPERFICIAL NO APOIO À GESTÃO DE
RECURSOS HÍDRICOS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia e Gestão do Conhecimento

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Lia Caetano Bastos

Co-orientador: Prof. Dr. Denílson Sell

Florianópolis/SC
2011

Catálogo na fonte pela Biblioteca Universitária da
Universidade Federal de Santa Catarina

S777m Stadnick, Simone

Um modelo de conhecimento para uso de balanço hídrico superficial no apoio à gestão de recursos hídricos [dissertação] / Simone Stadnick ; orientadora, Lia Caetano Bastos. - Florianópolis, SC, 2011.

185 p.: il., tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Inclui referências

1. Gestão do conhecimento. 2. Representação do conhecimento. 3. Gestão ambiental - Recursos hídricos. 4. Ontologia. 5. Processo decisório. I. Bastos, Lia Caetano. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento. III. Título.

CDU 659.2

SIMONE STADNICK

**UM MODELO DE CONHECIMENTO PARA USO DE BALANÇO
HÍDRICO SUPERFICIAL NO APOIO À GESTÃO DE
RECURSOS HÍDRICOS**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Gestão do Conhecimento.

Local, 23 de novembro de 2011.

Prof. Paulo Maurício Selig, Dr.
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:

Prof.^a, Dr.^a Lia Caetano Bastos,
Orientadora
Universidade Federal de Santa
Catarina

Prof.^a, Dr.^a Beate Frank,
Fundação Universitária Regional
de Blumenau

Prof., Dr. Denílson Sell,
Co-Orientador
Universidade Federal de Santa
Catarina

Prof., Dr. João Bosco da M. Alves,
Universidade Federal de Santa
Catarina

Prof., Dr. José Leomar Todesco,
Universidade Federal de Santa
Catarina

Aos meus pais, Nilson e Márcia, e ao
meu avô Walter, *in memoriam*.

AGRADECIMENTOS

A todos que me incentivaram a realizar este trabalho. Em especial, aos meus pais, Márcia e Nilson, pelo apoio constante e confiança irrestrita, fundamentais à realização dos meus objetivos.

À professora Lia Caetano Bastos e ao professor Denílson Sell, pela orientação e acolhimento durante a elaboração desta dissertação. Estendo minha gratidão também aos professores e colaboradores do Departamento da Engenharia e Gestão do Conhecimento, pelos ensinamentos e ideias que contribuíram para o meu aprimoramento profissional e pessoal.

Aos membros da banca, professora Beate Frank, professor João Bosco da Mota Alves e professor José Leomar Todesco, pela colaboração e análise criteriosa deste trabalho.

Ao professor Héctor Raul Muñoz Espinosa, pela sua generosidade em compartilhar suas experiências profissionais e seu conhecimento técnico, essenciais à realização desta pesquisa.

A todos os amigos e colegas da Diretoria de Recursos Hídricos de Santa Catarina, pelo aprendizado sobre a importância e a gestão dos recursos hídricos.

À Lidiane Mocko, amiga e irmã de coração, que esteve sempre próxima e presente, apesar da distância, para acompanhar e compartilhar as alegrias e dificuldades desta jornada.

À Elizabeth Sueli Specialski, mestre e amiga, por todo o incentivo e apoio.

A todos os amigos que, de alguma forma, foram fonte de força e inspiração.

A Deus, pelo dom de ser plena e feliz.

Valeu a pena? Tudo vale a pena
Se a alma não é pequena.
Quem quer passar além do Bojador
Tem que passar além da dor.
Deus ao mar o perigo e o abismo deu,
Mas nele é que espelhou o céu.

(Fernando Pessoa)

RESUMO

Esta dissertação trata da representação do conhecimento do especialista em gestão de recursos hídricos ao utilizar os resultados de balanços hídricos superficiais na tomada de decisões e no planejamento do uso deste recurso natural. No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos determina que o poder público seja responsável pela gestão dos recursos hídricos, a fim de garantir o uso múltiplo das águas e assegurar, em momentos críticos, o atendimento ao abastecimento humano e à dessedentação animal, considerados prioritários. A utilização de um balanço hídrico superficial na gestão de recursos hídricos é uma tarefa intensiva em conhecimento porque requer que o especialista compreenda as decisões a serem tomadas e atue em prol da solução de problemas e da resolução de conflitos mediante as diferentes variáveis e indicadores que caracterizam a realidade de uma bacia hidrográfica. Por esta razão, no âmbito deste trabalho, o conhecimento é entendido como o fator que determina o aproveitamento e a aplicação de informações no intuito de alcançar objetivos definidos. E, de acordo com Schreiber et al. (2002), a Engenharia do Conhecimento é a disciplina que provê métodos para obter um minucioso entendimento das estruturas e processos usados por profissionais que usam o conhecimento de forma intensiva. O modelo do conhecimento alvo deste estudo foi construído através das técnicas e linguagens formais particulares às ontologias. Nos termos da Engenharia do Conhecimento, as ontologias são modelos que representam um domínio de interesse expressos em um formato computacional. Esta dissertação apresenta como resultado um modelo de conhecimento que conjuga uma ontologia de domínio do cálculo de um balanço hídrico superficial e uma ontologia de aplicação dos indicadores calculados por um balanço hídrico superficial no campo da gestão de recursos hídricos. A ontologia de domínio é a base conceitual para a representação de um balanço hídrico superficial. A valoração dos seus conceitos, a partir dos balanços hídricos superficiais calculados pelo sistema SADPLAN, ampara a construção da ontologia de aplicação que modela o conhecimento do uso de balanços hídricos superficiais no apoio à gestão de recursos hídricos.

Palavras-chave: Modelo de Conhecimento. Gestão de recursos hídricos. Ontologia. Tomada de decisões.

ABSTRACT

This dissertation addresses the representation of expert knowledge in water resource management to use the results of surface water balance in decision-making and planning the use of this natural resource. In Brazil, the National Policy of Water Resources determines that the government is responsible for water resources management in order to ensure multiple use of water and ensure, at critical moments, the service water supply for human and animal watering, considered as priority. The use of a surface water balance in water resource management is a knowledge-intensive task because it requires the expert to understand the decisions to make and act on behalf of problem solving and conflict resolution through the different variables and indicators which characterizes the reality of a watershed. For this reason, in this work, knowledge is understood as the factor that determines the use and application of information in order to achieve defined objectives. And, according to Schreiber et al. (2002), Knowledge Engineering is the discipline that provides methods for obtaining a detailed understanding of the structures and processes used by practitioners who use knowledge in an intensive manner. The model of knowledge targeted in this study was built through the techniques and formal language particular to ontologies. Under the Knowledge Engineering, ontologies are models that represent a domain of interest expressed in a computer format. This dissertation presents as result a knowledge model which combines a domain ontology of surface water balance calculation and an application ontology of application of indicators calculated for a surface water balance in the management of water resources. The domain ontology is the conceptual basis for the representation of a surface water balance. The valuation of its concepts from the surface water balance calculated by the system SADPLAN, supports the construction of the application ontology that models the knowledge of the use of surface water balance in support of watershed management.

Keywords: Knowledge Model. Water resources management. Ontology. Decision-making.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Subsistemas do SNIRH.....	40
Figura 2 - Bacias hidrográficas e trechos hídricos de Santa Catarina. ..	41
Figura 3 - Pirâmide metodológica.....	62
Figura 4 - Estados e atividades da Methontology.	71
Figura 5 - Etapas do método de construção do modelo de conhecimento proposto.....	75
Figura 6 - Conceitos e relações da ontologia de domínio do cálculo de balanço hídrico superficial	94
Figura 7 - Classes e instâncias dos balanços hídricos superficiais do SADPLAN.	95
Figura 8 - Classes e instâncias das modalidades de cálculo do SADPLAN.	96
Figura 9 - Classes dos resultados do SADPLAN.	96
Figura 10- Classes e instâncias relativas aos usos dos recursos hídricos.	98
Figura 11 - Classes e instâncias relativas aos tipos de usos dos recursos hídricos.....	99
Figura 12 – Diagrama com as classes básicas da ontologia de aplicação.	100
Figura 13 - Representação ontológica do valor dos índices do balanço hídrico superficial.....	101
Figura 14 - Representação ontológica das 23 Bacias Hidrográficas de Santa Catarina	102
Figura 15 - Classes de trechos hídricos da ontologia de aplicação.	105
Figura 16 - Respostas à questão Q.C.4 para o uso de abastecimento humano, considerado prioritário.....	111
Figura 17 - Classes inferidas para exemplificar o segundo arranjo proposto.....	113
Figura 18 - Trechos hídricos estilizados conforme índice de atendimento total (excetuada a diluição de efluentes)	116
Figura 19 - Trechos hídricos estilizados conforme conceito de trecho hídrico onde uso pretendido prejudica usos consuntivos	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados dos balanços hídricos superficiais calculados pelo SADPLAN.	46
Tabela 2 - Número de trechos por bacia hidrográfica de Santa Catarina.	56
Tabela 3 - Fundamentação das questões de competência da ontologia.	86
Tabela 4 - Resultados das modalidades de cálculo de balanço hídrico superficial do SADPLAN.....	87
Tabela 5 - Classificação dos resultados dos balanços hídricos superficiais.	90
Tabela 6 - Informações extraídas dos resultados do SADPLAN	106

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA - Agência Nacional de Águas
CEURH - Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos de Santa Catarina
CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONCAR - Comissão Nacional de Cartografia do Exército Brasileiro
DRHI - Diretoria de Recursos Hídricos de Santa Catarina
DRH/SEMA – Departamento de Recursos Hídricos da Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul
IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas
ONU - Organização das Nações Unidas
OWL - Web Ontology Language
OWL/DL - Web Ontology Language / Description Logics
PERH/SC - Plano Estadual de Recursos Hídricos
PSM - Problem Solve Method (Método de Solução de Problemas)
RBC - Raciocínio Baseado em Casos
SAD - Sistema de Apoio à Decisão
SADPLAN - Sistema de Apoio à Decisão para Planejamento do Uso dos Recursos Hídricos de Santa Catarina
SDS - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina
SIRHESC - Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos de Santa Catarina
SNIRH - Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
SSD - Sistema de Suporte à Decisão
UML - Unified Modeling Language
W3C - World Wide Web Consortium
XML - Extensible Markup Language
Q.C. - Questão de Competência

SUMÁRIO

SUMÁRIO	21
1 INTRODUÇÃO	25
1.1 APRESENTAÇÃO	25
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA	27
1.3 OBJETIVOS	27
1.3.1 Objetivo Geral.....	27
1.3.2 Objetivos Específicos	27
1.4 JUSTIFICATIVA	27
1.5 ADERÊNCIA À ENGENHARIA E GESTÃO DO CONHECIMENTO	29
1.6 DELIMITAÇÃO DO ESCOPO	30
1.7 VISÃO DE MUNDO E METODOLOGIA	31
1.8 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	32
2 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.....	33
2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	33
2.2 PRINCÍPIOS DE DUBLIN	34
2.3 POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS	35
2.4 SISTEMA DE APOIO À DECISÃO PARA PLANEJAMENTO DO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS DE SANTA CATARINA	40
2.3.1 Análise dos Resultados do SADPLAN.....	55
3 ENGENHARIA DO CONHECIMENTO	59
3.1 INTRODUÇÃO	59
3.2 PROCESSOS DA GESTÃO DO CONHECIMENTO	61
3.3 MÉTODOS DA ENGENHARIA DO CONHECIMENTO	62
3.4 ONTOLOGIAS.....	63
3.4.1 Conceito	63
3.4.2 Tipos de Ontologia.....	65
3.4.3 Composição das Ontologias	67
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	69
4.1 DEFINIÇÃO DA PESQUISA	69

4.2	MÉTODOS DE CONSTRUÇÃO DE ONTOLOGIAS	69
4.2.1	Método de Uschold e King	70
4.2.2	Methontology	71
4.2.3	Development 101.....	73
4.3	MÉTODO DE CONSTRUÇÃO DO MODELO DE CONHECIMENTO PROPOSTO.....	74
4.4	LIMITAÇÕES METODOLÓGICAS	76
5	CONSTRUÇÃO DO MODELO DE CONHECIMENTO PROPOSTO.....	77
5.1	DOMÍNIO, ESCOPO E PROPÓSITOS DA ONTOLOGIA	79
5.1.1	Levantamento de Conhecimentos do Especialista em Gestão de Recursos Hídricos ao utilizar o sistema SADPLAN	79
5.1.1.1	Conhecimento do método, ou seqüência de passos, para calcular um balanço hídrico superficial.....	79
5.1.1.2	Conhecimento acerca da bacia hidrográfica alvo da gestão e dos cenários de disponibilidade e demandas hídricas a serem representados no cálculo do balanço hídrico	80
5.1.1.3	Conhecimento acerca dos resultados do balanço hídrico superficial ..	80
5.1.2	Aquisição do Conhecimento.....	81
5.1.2.1	Conhecimento empregado na elaboração de planos de bacias hidrográficas.....	82
5.1.2.2	Conhecimento empregado na análise do direito de uso dos recursos hídricos	84
5.1.3	Questões de Competência.....	85
5.2	CONCEITUALIZAÇÃO.....	89
5.3	REUTILIZAÇÃO DE ONTOLOGIAS EXISTENTES.....	92
5.4	COMPOSIÇÃO.....	92
5.6.1	Composição da Ontologia de Domínio do Cálculo dos Balanços Hídricos Superficiais do sistema SADPLAN	93
5.6.2	Composição da Ontologia de Aplicação dos Resultados dos Balanços Hídricos Superficiais do sistema SADPLAN na Gestão de Recursos Hídricos	99

5.5 CODIFICAÇÃO.....	107
5.6 AVALIAÇÃO.....	108
5.6.1 Avaliação da Ontologia de Domínio do Cálculo de Balanços Hídricos Superficiais.....	108
5.6.2 Avaliação da Ontologia de Aplicação de Balanços Hídricos Superficiais na Gestão de Recursos Hídricos	112
6 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS.....	119
REFERÊNCIAS	123
ANEXO A – CÓDIGO FONTE DAS ONTOLOGIAS	129

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

No Brasil, a Política Nacional de Recursos Hídricos, instituída pela Lei Federal 9.433 de 8 de janeiro de 1997, estabelece os instrumentos e diretrizes que orientam a gestão das águas, um recurso natural indispensável à vida no planeta. Os objetivos que norteiam esta política ilustram a importância da água e a preocupação com a sua preservação, com vistas à sua distribuição igualitária, para atender aos diversos usos a que se destina. De acordo com a Política Nacional de Recursos Hídricos, as ações do poder público são orientadas pela aplicação dos seguintes instrumentos de gestão de recursos hídricos: Planos de Recursos Hídricos; Enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água; Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; Cobrança pelo uso de recursos hídricos; e, Sistema de Informações sobre recursos hídricos.

Em consonância com a Política Nacional, a Diretoria de Recursos Hídricos de Santa Catarina, órgão gestor de recursos hídricos deste Estado, contratou, no ano de 2006, o desenvolvimento de um sistema de cálculo de balanço hídrico como produto integrante e necessário à elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH/SC). O software, denominado de Sistema de Apoio à Decisão para Planejamento do Uso dos Recursos Hídricos de Santa Catarina (SADPLAN) tem o intuito de possibilitar o diagnóstico do uso quantitativo e qualitativo dos recursos hídricos superficiais em uma bacia hidrográfica, de forma a identificar conflitos existentes ou potenciais.

Em Santa Catarina, o cálculo do balanço hídrico pode ser feito com base nos valores de disponibilidade e de demanda hídricas espacializados através de uma rede de fluxo, composta de arcos e nós que representam, respectivamente, trechos de rio e confluências de cada uma das vinte e três bacias hidrográficas que ocupam o território do Estado. O sistema SADPLAN usa dois métodos distintos de balanço hídrico intitulados de Balanço Hídrico Superficial Acumulado e Balanço Hídrico Superficial Incremental. O Balanço Hídrico Superficial Acumulado é a razão entre as demandas e a disponibilidade hídrica acumuladas por trecho. O Balanço Hídrico Superficial Incremental é o método que simula a retirada de água, por trecho hídrico, com a transferência do saldo hídrico para o trecho seguinte. Em pleno funcionamento, o SADPLAN estará apto a calcular duas modalidades do

Balanço Hídrico Superficial Incremental. Na primeira, a retirada de água ocorre de acordo com a prioridade de uso respeitada exclusivamente no trecho hídrico em questão. Na modalidade complementar, a prioridade de uso é respeitada tanto no trecho hídrico quanto na bacia hidrográfica como um todo. Desta forma, assegura-se a criação de um cenário em que, em nenhum ponto da bacia hidrográfica, um uso menos prioritário tenha um índice de atendimento superior ao de um uso mais prioritário, conforme está previsto em lei.

O cálculo de todas as variações de balanço hídrico suportadas pelo SADPLAN resulta numa expressiva quantidade de valores numéricos, sejam índices percentuais ou vazões de água, que traduzem a realidade em estudo e, portanto, são úteis para a tomada de decisões no âmbito da gestão de recursos hídricos. Visto que esta gama de resultados refere-se a uma única combinação de disponibilidade e demandas hídricas, o rol de informações originadas pelo SADPLAN aumenta à medida que outras perspectivas da realidade forem consideradas no cálculo dos balanços hídricos. Assim sendo, o conhecimento expresso pelo especialista em gestão de recursos hídricos ao analisar, de forma sistêmica, o conjunto das informações geradas pelo SADPLAN é o elemento chave para o aproveitamento efetivo dos resultados fornecidos por este sistema. Neste sentido, é importante ressaltar a necessidade de que este conhecimento seja consensual e compartilhado para assegurar a uniformidade e a transparência das decisões tomadas pelo órgão gestor de recursos hídricos, além de garantir que corpos hídricos de diferentes domínialidades (federal ou estadual), em uma mesma bacia hidrográfica, recebam tratamento semelhante. Portanto, a divulgação deste conhecimento, seja para aprimorá-lo ou simplesmente conhecê-lo, interessa a todos os profissionais que atuam, direta ou indiretamente, em prol da garantia do uso múltiplo das águas e da preservação dos corpos hídricos.

A definição explícita e correta do conhecimento utilizado na tomada de decisões subsidiada pelos resultados do SADPLAN requer a implantação de mecanismos de codificação, armazenamento e disseminação deste conhecimento. Neste contexto, a Engenharia do Conhecimento apresenta-se como a disciplina que trata da representação formal de um vocabulário de termos e relações próprios a um domínio de interesse através da construção e do uso de modelos de conhecimento. Portanto, esta dissertação concentra-se no desenvolvimento de um modelo de conhecimento para representar o mecanismo de raciocínio utilizado na análise das informações fornecidas pelo SADPLAN no âmbito da gestão de recursos hídricos a fim de

atender aos processos de aquisição, organização, refinamento e distribuição do conhecimento estratégico que é objeto deste estudo.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

De que forma é possível representar e disseminar o conhecimento do especialista em gestão de recursos hídricos ao utilizar um balanço hídrico de águas superficiais na gestão de uma bacia hidrográfica?

1.3 OBJETIVOS

A definição do problema de pesquisa conduz aos objetivos geral e específicos deste trabalho.

1.3.1 Objetivo Geral

Construir um modelo de conhecimento que represente o conhecimento do especialista em gestão de recursos hídricos ao utilizar os resultados de um balanço hídrico superficial na tomada de decisões relacionadas à gestão de recursos hídricos.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Definir o domínio e escopo da ontologia com base no conhecimento estratégico aplicado na gestão de recursos hídricos;
- Extrair e organizar o conhecimento estratégico empregado pelo especialista em gestão de recursos hídricos ao utilizar os resultados de um balanço hídrico superficial no apoio à tomada de decisões;
- Examinar os benefícios e limitações das ontologias frente ao propósito de representar e disseminar o conhecimento objeto deste estudo.

1.4 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho trata da elaboração de um modelo de conhecimento para representar o conhecimento expresso pela tarefa de

utilizar balanços hídricos das águas superficiais de uma bacia hidrográfica no domínio da gestão de recursos hídricos. Segundo Ackland et al. (2005), as decisões sobre o uso dos recursos hídricos são baseadas em dados que incluem séries históricas, políticas públicas, dados em tempo real e modelos de simulação preditivos executados no momento da tomada de decisão e avaliados continuamente.

Schreiber et al. (2002) defendem que o conhecimento tem dois aspectos distintos: o senso de finalidade, que o torna um mecanismo intelectual usado para atingir metas; e a capacidade de criação, visto que uma de suas principais funções é a de produzir novas informações. Não é por acaso, portanto, que o conhecimento seja considerado atualmente como um novo “fator de produção”. Assim sendo, o especialista envolvido na preparação e na análise de um balanço hídrico utiliza-se de seu conhecimento no contexto da gestão de recursos hídricos para pôr em prática estes dois aspectos. Em primeiro lugar, tal especialista deve compreender o método de cálculo do balanço hídrico, a fim de identificar a origem dos seus dados, a pertinência dos seus resultados e as limitações impostas por este método. Além disso, ele deve conhecer as particularidades da bacia hidrográfica analisada, e ainda respeitar as políticas públicas, diretrizes e critérios que orientam a sua gestão. Até este ponto, o especialista utiliza-se do que Gruber (1989) chama de “conhecimento substantivo”. Segundo este autor, o “conhecimento substantivo é usado para descrever (modelar) o domínio de interesse e tirar conclusões das evidências encontradas no mundo (isto é, classificar e interpretar dados de entrada)”. A partir disto, cabe ao especialista determinar o cenário de disponibilidade e demandas hídricas, presente ou potencial, otimista ou pessimista, a ser considerado no balanço hídrico para, somente então, interpretar os resultados produzidos pelo seu cálculo, de forma a torná-los aplicáveis no planejamento e na execução das ações inerentes à gestão de recursos hídricos. É, nestes casos, que o especialista faz uso do seu “conhecimento estratégico” para “decidir quais ações devem ser realizadas numa determinada situação, quando tais ações têm conseqüências observáveis” (GRUBER, 1989).

As ontologias são instrumentos da Engenharia do Conhecimento que possibilitam o compartilhamento e o reuso do conhecimento, em um formato computacional. Por esta razão, as ontologias são utilizadas para compor sistemas de conhecimento (STUDER, R et al, 1998). Assim sendo, este trabalho objetiva organizar e padronizar o conhecimento aplicado na tomada de decisão subsidiada pelos resultados do balanço hídrico superficial de uma bacia hidrográfica através da unificação das bases que refletem este conhecimento, com o intuito de aplicar a mesma

estrutura de raciocínio para resolver questões afins da gestão de recursos hídricos e, assim, colaborar para que as decisões do poder público sejam homogêneas e transparentes para a sociedade. Portanto, neste caso, a Engenharia do Conhecimento provê mecanismos para institucionalizar o conhecimento que norteia a atuação do poder público nesta seara. Desta forma, diferentes gestores de recursos hídricos atuam baseados nas mesmas diretrizes e critérios.

1.5 ADERÊNCIA À ENGENHARIA E GESTÃO DO CONHECIMENTO

Este trabalho tem como norte os processos da gestão do conhecimento que representam a aquisição, a representação, o refinamento e a distribuição do conhecimento expresso pelo gestor de recursos hídricos ao utilizar balanços hídricos superficiais para obter e analisar os indicadores que apóiam as decisões tomadas pelo Estado em prol da preservação e do múltiplo uso dos recursos hídricos.

A utilização de um balanço hídrico superficial na gestão de recursos hídricos é uma tarefa intensiva em conhecimento. O especialista nesta área utiliza-se de seu conhecimento técnico para compor e analisar os resultados produzidos por um balanço hídrico dos cursos d'água superficiais de uma bacia hidrográfica. Porém, as diversas combinações de variáveis de entrada para a construção de um balanço hídrico somadas ao conjunto de resultados deste cálculo produzem um leque de informações alternativas que podem ser aproveitadas de formas diversas. Assim sendo, é preciso compreender a estrutura de raciocínio de um especialista em gestão de recursos hídricos para organizar e sistematizar o seu conhecimento, de forma que ele possa ser discutido e replicado por seus pares.

De acordo com Schreiber et al. (2002), a Engenharia do Conhecimento provê métodos para obter um minucioso entendimento das estruturas e processos usados por profissionais que usam o conhecimento de forma intensiva. Além disto, Newell (1981) considera que o conhecimento pode ser representado como uma combinação de estrutura de dados e procedimentos interpretativos que levam a um comportamento conhecido. Por esta razão, este trabalho contempla a elaboração de um modelo de conhecimento como forma de representar um conhecimento único, consensual e compartilhado acerca do mecanismo de análise de um balanço hídrico superficial e de sua

conseqüente tomada de decisões na gestão de recursos hídricos, para que este conhecimento possa ser utilizado tanto por um órgão gestor estadual, no caso de bacias hidrográficas totalmente contidas nos limites de um Estado, quanto pelo poder público federal, no caso de rios que dividem territórios.

1.6 DELIMITAÇÃO DO ESCOPO

A gestão de recursos hídricos é uma atribuição do poder público que, no Brasil, tem como fundamento a Política Nacional de Recursos Hídricos. Dos diversos objetivos desta política, este trabalho trata daquele que visa “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos” (SANTA CATARINA, 2008, p.12). Todavia, a ontologia proposta nesta dissertação considera exclusivamente a gestão das águas superficiais de uma bacia hidrográfica, por modelar o conhecimento acerca da utilização de balanços hídricos que equacionam o fluxo de entradas e saídas nos cursos d’água existentes na superfície do território. Assim sendo, este trabalho não atende à gestão de águas subterrâneas nem tampouco examina a interferência das águas superficiais nos aquíferos do subsolo.

A aquisição dos ativos de conhecimento perceptíveis nas diferentes tarefas desempenhadas por profissionais envolvidos na gestão de recursos hídricos não é objeto deste estudo porque esta dissertação não contempla o conhecimento organizacional de um órgão gestor de recursos hídricos. Por outro lado, o emprego de uma ontologia para cumprir o objetivo de expressar o conhecimento do especialista que utiliza um balanço hídrico superficial na gestão de recursos hídricos justifica-se pelo fato da Engenharia do Conhecimento fazer uso das ontologias para o compartilhamento de um vocabulário comum em um universo de discurso, uma vez que elas “incluem definições, que são interpretáveis por máquinas, de conceitos básicos a um domínio e as relações entre estes” (NOY e McGUINNESS, 2001).

O modelo elaborado nesta dissertação representa o conhecimento estratégico aplicado na tomada de decisões subsidiada pelas informações calculadas através do SADPLAN – Sistema de Apoio à Decisão para Planejamento do Uso dos Recursos Hídricos de Santa Catarina. Assim sendo, o universo desta pesquisa limita-se aos dados de entrada e aos métodos de cálculo de balanço hídrico deste sistema e, ademais, atem-se ao grau de utilização destas informações por parte dos

profissionais da Diretoria de Recursos Hídricos de Santa Catarina, que é o órgão gestor de recursos hídricos deste Estado. A ontologia proposta não tem por objetivo modelar o conhecimento sobre o algoritmo, ou a sequência de instruções que calcula os balanços hídricos disponíveis no sistema SADPLAN. Além disto, este trabalho não considera o conhecimento sobre uma bacia hidrográfica em particular ou, ainda, acerca das políticas, diretrizes e critérios que norteiam a gestão de recursos hídricos.

1.7 VISÃO DE MUNDO E METODOLOGIA

A visão de mundo que norteia este trabalho é a positivista, em razão da noção de causalidade e do aspecto reducionista que caracterizam o objeto de pesquisa. E, ainda, de acordo com as formulações de Morgan (1980), este trabalho enquadra-se no paradigma funcionalista pelo caráter sistêmico atribuído ao objeto de estudo e por ter uma orientação prática e reguladora que objetiva gerar um conhecimento empírico útil à sociedade.

Para a elaboração deste trabalho foram realizadas entrevistas não estruturadas com especialistas em gestão de recursos hídricos que tenham experiência na utilização do sistema SADPLAN ou que sejam os responsáveis técnicos pelas decisões tomadas durante a análise de outorgas de direito de uso das águas dentro da Diretoria de Recursos Hídricos de Santa Catarina. Além disto, foram analisados os Planos Estratégicos de Bacias do Rio Chapecó (SDS / CHAPECÓ, 2009), do Rio Jacutinga (SDS / JACUTINGA, 2009) e do Rio Timbó (SDS / TIMBÓ, 2009), que embasaram o diagnóstico e o prognóstico da compatibilização das demandas e disponibilidades hídricas superficiais nos resultados fornecidos pelo SADPLAN. De forma complementar, foram examinadas as portarias do Estado de Santa Catarina que regulamentam a outorga de direito de uso de águas, como forma de estabelecer as bases legais para a utilização de balanços hídricos superficiais na prática deste instrumento de gestão de recursos hídricos.

A construção da ontologia proposta nesta dissertação foi pautada por três métodos afins e complementares: o descrito por Uschold e King (1995), Methontology (FERNÁNDEZ, GÓMEZ-PÉREZ e JURISTO, 1997) e Ontology Development 101 (NOY e MCGUINNESS, 2001).

1.8 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

O presente trabalho está organizado em seis capítulos.

O capítulo 1 apresenta a introdução desta dissertação que consiste da apresentação, do problema de pesquisa, dos objetivos geral e específicos, da justificativa, da aderência à Engenharia do Conhecimento, da delimitação do escopo, da metodologia e da estrutura da dissertação.

O capítulo 2 aborda a temática ambiental sob a ótica do “Desenvolvimento Sustentável”, termo introduzido pelo Relatório “*Our Common Future*” da Organização das Nações Unidas (ONU). De acordo com Muñoz (2000, p. 13), “a proposta de desenvolvimento sustentável e a procura de caminhos para convertê-la em realidade representam a visão mais atualizada sobre a relação entre desenvolvimento e meio ambiente”. Assim sendo, é através do conceito de “desenvolvimento sustentável” que se pretende dimensionar o alcance pretendido para a política de gestão de recursos hídricos no Brasil e, portanto, tornar compreensível a forma de atuação dos especialistas nesta área. Este capítulo ainda apresenta uma visão geral da Política Nacional de Recursos Hídricos e do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos a fim de situar um sistema de apoio à decisão no âmbito da gestão de recursos hídricos. Além disso, o capítulo detalha o SADPLAN, Sistema de Apoio à Decisão para Planejamento do Uso dos Recursos Hídricos de Santa Catarina, que é a base das informações que norteiam o conhecimento expresso pela ontologia proposta.

O capítulo 3 consiste de uma revisão bibliográfica sobre a Gestão e Engenharia do Conhecimento e, de forma detalhada, sobre ontologias, que modelam o conhecimento objeto de estudo deste trabalho.

O capítulo 4 aborda os procedimentos metodológicos que nortearam a construção do modelo de conhecimento proposto.

O capítulo 5 descreve todo o processo de elaboração do modelo de conhecimento através das técnicas particulares à construção de ontologias. Além disto, este capítulo apresenta as ontologias de domínio e de aplicação que compõem o resultado deste trabalho.

E, finalmente, o capítulo 5 relata as conclusões obtidas durante a preparação desta dissertação e os trabalhos futuros que podem advir do conteúdo apresentado.

2 GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O conceito de “Desenvolvimento Sustentável”, amplamente disseminado nos dias atuais, foi inicialmente apresentado em 1987, no documento *“Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future”*, também conhecido como relatório Brundtland. De acordo com este relatório, o “Desenvolvimento Sustentável” objetiva a garantia de oportunidades iguais para todos com base em um crescimento econômico que esteja pautado pelo aprimoramento das tecnologias e da organização social. Além disso, o documento pontua como imprescindível que o “Desenvolvimento Sustentável” não coloque em risco os sistemas naturais que dão suporte à vida na Terra como a atmosfera, as águas, os solos e os seres vivos. Em suma, o “Desenvolvimento Sustentável” é definido como um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e as mudanças institucionais estão todos em harmonia e voltados ao aprimoramento das necessidades e aspirações dos seres humanos (ONU, 1987). Esta concepção de “Desenvolvimento Sustentável” é passível de críticas, uma vez que não prevê garantias de que haverá soluções tecnológicas voltadas à utilização de recursos renováveis, nem tampouco de que a elas se some uma mudança radical no hábito de consumo das pessoas, caracterizado pelo desperdício (LAYRARGUES, 1997). De fato, o Relatório Brundtland assume a importância das pessoas agirem com vistas a um interesse comum. E, para tal, enfatiza o peso da educação, do desenvolvimento institucional e da aplicação das leis no sentido de influenciar a atitude das pessoas (ONU, 1987). Segundo Bayley (2008, p-5-6),

“os meios de comunicação realçam freqüentemente o papel das empresas e dos indivíduos no desenvolvimento sustentável, mas os governos podem ter muito mais influência do que a maior multinacional. (...) Os governos podem realizar várias tarefas que contribuam para o desenvolvimento sustentável. Através da reunião e análises de dados, elaboração e coordenação das políticas, podem fornecer apoio e liderança para orientar a sociedade para uma determinada direção. Podem fazer com que os

interesses individuais não se desviem do bem comum”.

O relatório Brundtland pontua que o crescimento e o desenvolvimento econômicos necessariamente alteram os ecossistemas. Portanto, o relatório descreve como aceitável que uma floresta seja esgotada desde que a sua exploração tenha sido planejada e os efeitos na erosão do solo, no regime das águas e em perdas da biodiversidade tenham sido levados em conta. Neste sentido, o relatório considera que recursos renováveis podem ser explorados com a condição de que os seus limites de regeneração e de crescimento natural sejam respeitados. Por esta razão, o relatório considera que o “Desenvolvimento Sustentável” deve impactar o mínimo possível na qualidade das águas. Além disso, o relatório Brundtland também caracteriza as bacias hidrográficas como sistemas complexos, que precisam ser explorados com cautela e visando o bem comum, caso contrário corre-se o risco de provocar prejuízos em cadeia, que afetam o ecossistema como um todo.

2.2 PRINCÍPIOS DE DUBLIN

Em janeiro de 1992, em Dublin, na Irlanda, a Conferência Internacional de Água e Meio Ambiente (*International Conference on Water and the Environment - ICWE*) determinou que governos e empresas precisam agir no âmbito local, nacional e internacional para reverter o consumo exagerado, a poluição e outros fatores que causam secas e cheias, sob pena de ameaçar o desenvolvimento sustentável. Para tal, os participantes desta Conferência basearam suas recomendações nos chamados “Princípios de Dublin”, a citar:

Princípio nº 1: a água é um bem finito e vulnerável, essencial para garantir a vida, o desenvolvimento e o meio ambiente;

Princípio nº 2: a gestão da água deve ser baseada em uma abordagem participativa, envolvendo usuários, planejadores e formuladores de políticas em todos os níveis;

Princípio nº 3: as mulheres desempenham um papel central na provisão, gestão e proteção da água;

Princípio nº 4: a água tem um valor econômico em todos os seus usos competitivos e deve ser reconhecida como um bem econômico.

(WMO, 2011)

2.3 POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS

A água é um elemento indispensável à vida em nosso planeta. No Brasil, os recursos hídricos recebem tratamento diferenciado por parte do Estado, na forma de leis e políticas que tratam especificamente da gestão deste bem natural. A Lei Federal 9.433 de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, baseia-se nos Princípios de Dublin e é regida pelos seguintes fundamentos: I – a água é um bem de domínio público; II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico; III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais; IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos; VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades (SANTA CATARINA, 2008).

Os artigos 29 e 30 da Lei 9.433/1997 discorrem sobre a ação do poder público e determinam como sendo de competência do Poder Executivo Federal a implementação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e também como sendo de responsabilidade dos Poderes Executivos Estaduais e do Distrito Federal implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos, em âmbito estadual e do Distrito Federal, respectivamente. De acordo com esta mesma Lei Federal, o papel regulador do Estado é desempenhado através dos seguintes instrumentos de gestão (SANTA CATARINA, 2008):

- Planos de Recursos Hídricos;
- Enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- Outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
- Cobrança pelo uso de recursos hídricos;
- Sistema de Informações sobre recursos hídricos.

Os Planos de Recursos Hídricos são planos diretores de longo prazo a serem elaborados por bacia hidrográfica, por Estado e para o País. Os Planos de Recursos Hídricos definem as prioridades, diretrizes e critérios que norteiam a aplicação dos demais instrumentos de gestão, especialmente em se tratando dos planos feitos para uma bacia

hidrográfica. Além disto, o artigo 7º da Lei 9.433/1997 determina como itens obrigatórios o “diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos” e o “balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais” (SANTA CATARINA, 2008). Portanto, um Plano de Recursos Hídricos prevê o levantamento de informações a respeito da sua área de abrangência e expõe as metas de racionalização do uso, de garantia da quantidade e de melhoria da qualidade das águas disponíveis bem como as medidas a serem tomadas para alcançar estas metas. Por esta razão, durante a elaboração de um Plano de Recursos Hídricos a diferença entre os conceitos de crescimento e de desenvolvimento econômicos deve estar bem esclarecida. Segundo DALY (1991), pode-se recorrer ao dicionário para entender que “crescimento” significa um aumento quantitativo em uma escala física de valor, por conta da apropriação de material. Já o termo “desenvolvimento” implica na melhora qualitativa da estrutura ou organização por meio da expansão das suas potencialidades. Assim sendo, uma economia que cresce fica maior, enquanto que uma economia que se desenvolve fica melhor. Também de acordo com DALY (1991), “a vantagem de se definir crescimento em termos da mudança em uma escala física é que isto nos força a pensar sobre os efeitos desta mudança de escala e direciona a atenção para o que pode ser chamado de escala ecologicamente sustentável”. Sendo a água um recurso finito de valor econômico, um Plano de Recursos Hídricos pode, portanto, delimitar a interferência do homem na natureza, por meio da imposição de limites no uso das águas e da exigência de criação de alternativas para a utilização mais eficiente deste bem natural.

O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água, estabelece limites de concentração de substâncias físico-químicas nos corpos hídricos. O enquadramento prevê a classe especial como a mais restritiva e as classes de 1 a 4, numa ordem crescente de permissividade de poluentes. A definição da carga limite, por substância físico-química, de cada uma destas classes fica a critério da legislação ambiental. No âmbito nacional vigora a resolução nº 357/2005, do CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente, que dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e as diretrizes ambientais para o seu enquadramento. De acordo com a Lei Federal 9.433/1997 o enquadramento dos corpos de água em classes visa: I - assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas; II - diminuir os custos de combate à poluição das

águas, mediante ações preventivas permanentes (SANTA CATARINA, 2008).

De acordo com a Lei Federal 9.433/1997, o regime de Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água. A outorga se aplica às captações e derivações de água, aos lançamentos de resíduos nos corpos hídricos, ao aproveitamento dos potenciais hidrelétricos, ou qualquer outro uso que interfira no regime da água existente na natureza. Todavia, usos considerados insignificantes, em decorrência do baixo volume de água que utilizam, ficam desobrigados de serem outorgados. A Resolução nº 16 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, de 8 de maio de 2001, estabelece que “as vazões e os volumes outorgados poderão ficar indisponíveis, total ou parcialmente, para outros usos no corpo de água, considerando o balanço hídrico e a capacidade de autodepuração para o caso de diluição de efluentes” (SANTA CATARINA, 2008).

O uso das águas pode ser classificado como consuntivo ou não consuntivo. No primeiro caso, há a efetiva retirada de água dos mananciais. No caso dos usos não consuntivos, faz-se uso da água que permanece na natureza. Algumas das principais atividades econômicas que fazem uso das águas são: abastecimento público, esgotamento sanitário, criação animal, irrigação, aquicultura, indústria, mineração, navegação e geração de energia hidrelétrica. Conforme mencionado, a interferência simultânea de múltiplos usuários de recursos hídricos pode alterar o regime das águas em uma bacia hidrográfica. A demanda hídrica cada vez maior em decorrência do crescimento econômico contrasta com a queda na oferta de água não contaminada pela poluição gerada pelo esgoto doméstico, dejetos animais, lixo industriais, entre outros. Além disso, também os usos não consuntivos, tais como a geração de energia hidrelétrica, causam impactos ao meio ambiente e, portanto, devem ser regulados pelo poder público.

O artigo 19 da Lei Federal 9.433/1997 estabelece que a cobrança pelo uso de recursos hídricos objetiva: “I - reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor; II - incentivar a racionalização do uso da água; III - obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contemplados nos planos de recursos hídricos. A cobrança se aplica aos usos de recursos hídricos sujeitos à outorga” (SANTA CATARINA, 2008). Portanto, sua efetividade tem estreita relação com esta última. Além disso, a noção de “Desenvolvimento Sustentável” coincide com os princípios da Lei Estadual (SC) 9.478, que considera que a cobrança tem

“a finalidade de gerar recursos para financiar a realização das intervenções necessárias à utilização e à proteção dos recursos hídricos” e, ainda, que “(com a cobrança) os responsáveis pelos lançamentos (de efluentes) não ficam desabrigados do cumprimento das normas e padrões legais, relativos ao controle de poluição das águas” (SANTA CATARINA, 2008).

O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos é o ponto de convergência e disseminação das informações a respeito da situação dos recursos hídricos e das ações planejadas e executadas no âmbito do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Por meio deste instrumento, a sociedade se mantém inteirada sobre a disponibilidade e a demanda de recursos hídricos tanto na sua bacia hidrográfica quanto em todo o território nacional, por meio da incorporação dos dados regionais ao Sistema Nacional de Informação. “À Agência Nacional de Águas – ANA, obedecendo aos fundamentos, aos objetivos e às diretrizes da Política Nacional de Recursos Hídricos, cabe organizar, implantar e gerir o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (...). O referido instrumento foi denominado pela ANA como Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH” (ANA, 2009). De acordo com ANA (2009), o SNIRH é uma plataforma de suporte computacional composta de: subsistemas; base de dados; plataforma de integração; infra-estrutura computacional; e recursos humanos e organizacionais que sustentam o desenvolvimento e a operação do sistema. São subsistemas do SNIRH:

- Subsistema de Regulação de Uso – REGLA: “reúne as informações sobre os usos de recursos hídricos em todo o território nacional, visando facilitar a regulação do uso em bacias hidrográficas”. Esse subsistema está associado aos seguintes processos: cadastro de usuários de recursos hídricos; outorga dos direitos de uso de recursos hídricos; outorga preventiva de uso de recursos hídricos; e cobrança dos usos nos corpos hídricos (ANA, 2009, p. 89).

- Subsistema de Planejamento e Gestão – PLANN: voltado ao “acompanhamento físico e financeiro das ações por bacia hidrográfica e por aquífero, de forma organizada. (...) Além disso, esse subsistema deverá permitir uma visão geral da situação dos recursos hídricos tanto do ponto de vista de quantidade quanto de qualidade, em escala nacional” (ANA, 2009, p. 115).

- Subsistema Quali-Quantitativo – QUALT: provém “dados e informações decorrentes do monitoramento hidrometeorológico do país, com a disponibilização de dados fluviométricos, pluviométricos, sedimentométricos e de qualidade de água. Além disso, esse subsistema gerencia o armazenamento e o processamento de todos os dados hidrometeorológicos que servirão como subsídios não só para os demais sistemas do SNIRH, mas também para os sistemas de informações estaduais e de outras entidades” (ANA, 2009, p. 111).

- Subsistema de Segurança de Acesso à Informação – SGINF: “agrupará as funcionalidades relativas à acessibilidade dos usuários às funções do sistema (...)” Este subsistema está voltado à administração das contas dos usuários do sistema, bem como à autenticação dos mesmos. Além disso, conta com uma função de auditoria que registra os acessos ou tentativas de acesso às funções passíveis deste serviço. Este subsistema ainda responsabiliza-se pela segurança de webservices do SNIRH com base na família de protocolos WS-* (ANA, 2009, p.117-118).

- Subsistema de Inteligência Geográfica – IG: tem como objetivo “prover dados e informações de cunho espacial de suporte à Gestão de Recursos Hídricos e terá função integradora entre os diversos subsistemas do SNIRH”. Este subsistema utiliza o conceito do hidrorreferenciamento, obtido através do método Otto Pfafstetter para codificação de bacias (ANA, 2009, p. 121).

- Subsistema de Inteligência Documental – ID: “tem por objetivo armazenar e dar acesso aos dados documentais referentes a recursos hídricos, bem como disponibilizar documentos produzidos no âmbito dos Comitês de Bacias e dos órgãos gestores estaduais” (ANA, 2009, p. 128).

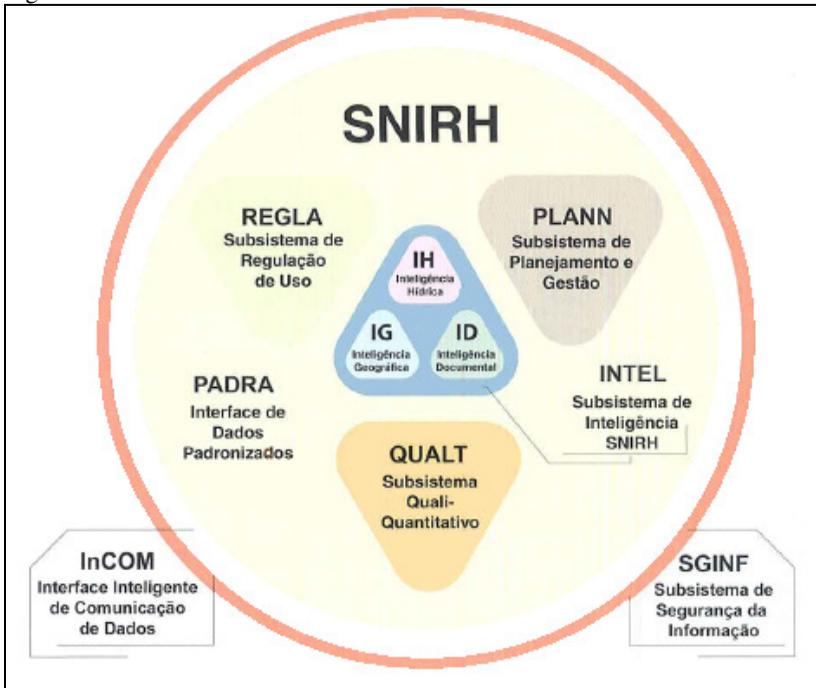
- Subsistema de Inteligência Hídrica – IH: “incorpora todos os processos necessários para a geração de informações hidrológicas com base nos dados brutos gerados por monitoramento e em modelos hidrológicos para atender às necessidades sobre as informações de disponibilidade hídrica” (ANA, 2009, 129).

Além destes subsistemas, o SNIRH conta também com duas interfaces que fazem parte da sua plataforma de integração: Interface Inteligente de Comunicação de Dados – InCOM e Interface de Dados

Padronizados – PADRA. A primeira é um conjunto de dispositivos independentes e modulares com o objetivo de promover a troca de dados e informações com outros sistemas. E a interface PADRA é formada por componentes de banco com o objetivo de promover a adaptação e a troca de dados e informações entre os subsistemas SNIRH (ANA, 2009, 86).

A figura 1 mostra a representação dos subsistemas e das interfaces de integração SNIRH, conforme a estruturação proposta pela ANA.

Figura 1 – Subsistemas do SNIRH.



Fonte: Agência Nacional de Águas (2009)

2.4 SISTEMA DE APOIO À DECISÃO PARA PLANEJAMENTO DO USO DOS RECURSOS HÍDRICOS DE SANTA CATARINA

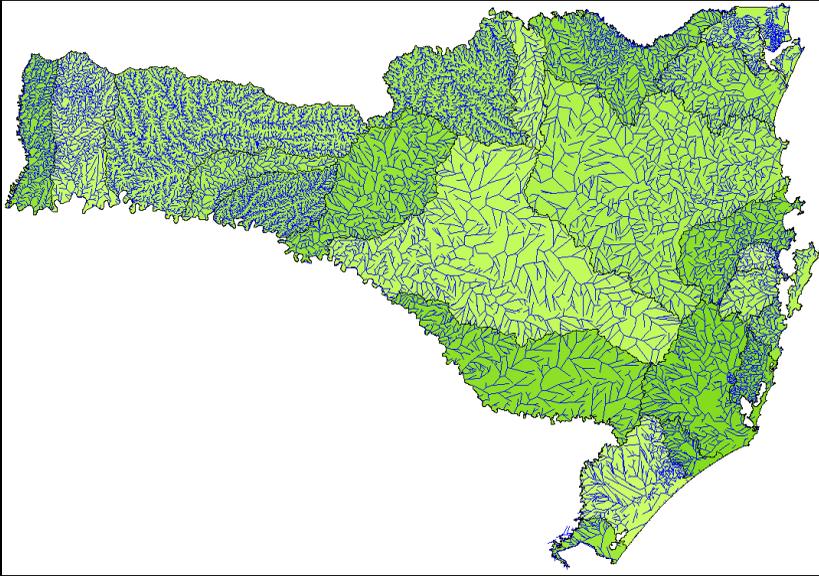
Como parte integrante dos subsistemas REGLA e PLANN que compõem o SNIRH, a Agência Nacional de Águas prevê a existência de sistemas de apoio à tomada de decisão (SAD ou SSD), para auxiliar no planejamento e uso eficiente da água, através do cálculo de indicadores

capazes de representar situações de conflitos, existentes ou potenciais (ANA, 2009).

Em dezembro de 2006, a Secretaria do Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina, por meio da Diretoria de Recursos Hídricos, que é o órgão gestor de recursos hídricos deste Estado, assinou o contrato para execução do Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH/SC e, desta forma, deu início aos trabalhos de elaboração deste instrumento de gestão. O PERH/SC teve como propostas conceituais “o diagnóstico da disponibilidade hídrica dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, em termos quantitativos e qualitativos; o diagnóstico das demandas atuais dos recursos hídricos no Estado de Santa Catarina e suas projeções; a articulação/compatibilização das demandas hídricas no âmbito de cada bacia e Região Hidrográfica, com as respectivas disponibilidades; e, a articulação/compatibilização do ordenamento acima realizado, por bacia e Região Hidrográfica, com planos de ordenamento territorial e de desenvolvimento regional, no âmbito estadual” (SIRHESC, 2010). Para auxiliar nestas tarefas, o sistema computacional de apoio à decisão para a elaboração do PERH/SC, denominado de SADPLAN, foi concebido como uma ferramenta de subsídio à consolidação das informações sobre recursos hídricos e à caracterização dos cenários hídricos, atual e futuro, do Estado.

O SADPLAN é um aplicativo web, disponível através do endereço <http://sadplan.aguas.sc.gov.br/>, que está voltado à compilação e ao balanço dos dados de disponibilidade e de demandas hídricas em águas superficiais das bacias hidrográficas de Santa Catarina. A unidade de estudo do SADPLAN é o trecho hídrico, ou trecho de drenagem, “uma geometria do tipo linha que representa o fluxo d’água, permanente ou temporário” (CONCAR, 2008). De acordo com a Diretoria de Recursos Hídricos de Santa Catarina, o mapeamento do Estado apresenta, atualmente, 22.200 trechos hídricos, localizados em vinte e três Bacias Hidrográficas, conforme está ilustrado pela figura 2. A Lei Estadual nº 10.949, de 09 de novembro de 1998, dispõe sobre a caracterização do Estado de Santa Catarina em dez Regiões Hidrográficas (SANTA CATARINA, 2008).

Figura 2 - Bacias hidrográficas e trechos hídricos de Santa Catarina.



Fonte: SDS / DRHI (2009)

Para determinar a disponibilidade hídrica nos trechos que compõem a malha hídrica das bacias hidrográficas do Estado, o SADPLAN baseia-se no estudo da “Regionalização de Vazões das Bacias Hidrográficas Estaduais do Estado de Santa Catarina” (ENGEORPS; TETRPLAN; LACAZ MARTINS, 2006). “Os estudos hidrológicos de regionalização têm como objetivo definir relações funcionais que permitam determinar, de forma fácil e precisa, os parâmetros necessários para a caracterização da disponibilidade hídrica natural das bacias hidrográficas estaduais do Estado de Santa Catarina. Os parâmetros hidrológico-estatísticos selecionados para a regionalização de vazões das bacias hidrográficas estaduais do Estado de Santa Catarina são indicados a seguir (ENGEORPS; TETRPLAN; LACAZ MARTINS, 2006, p. 4):

- Vazões médias de longo termo e as respectivas vazões específicas;
- Vazões médias mensais e as respectivas vazões específicas mensais;
- Curvas de permanência das vazões médias mensais e vazões mínimas médias mensais absolutas;

- Vazões mínimas de “t” meses consecutivos associadas aos períodos de retorno de 5 a 100 anos, com “t” variando entre 1 e 12 meses;
- Vazões mínimas médias de 7 dias consecutivos e período de retorno de 5 a 100 anos”.

A fim de possibilitar a análise de variados cenários de disponibilidade hídrica, que retratam eventos hidrológicos extremos, como cheias e secas, o SADPLAN trabalha com combinações de vazão de referência e vazão de restrição. A vazão de referência é “utilizada como base para o processo de gestão, tendo em vista o uso múltiplo das águas (...)” (SANTA CATARINA, 2008). A vazão de restrição representa a água que deve ser mantida nos mananciais, a fim de garantir as características de navegabilidade dos corpos d’água e os requisitos mínimos de manutenção do ecossistema aquático. A diferença entre a vazão de referência e a vazão de restrição resulta na água passível de utilização por parte dos usuários de recursos hídricos, comumente chamada de “vazão outorgável”. Com base em diferentes conjuntos de vazão de referência e de restrição, o SADPLAN simula realidades diversas e, por esta razão, fornece resultados voltados à tomada de decisão no âmbito da gestão de recursos hídricos.

Em conformidade com a Política Nacional de Recursos Hídricos, a Diretoria de Recursos Hídricos (DRHI) de Santa Catarina coloca à disposição da sociedade um sistema de declaração de uso da água, denominado de Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos – CEURH. Por meio de consultas à base de dados deste sistema, o SADPLAN tem acesso às demandas hídricas atribuídas aos diferentes setores usuários de água no Estado. De acordo com a Lei Estadual (SC) nº 9.748, de 30 de novembro de 1994, os usuários de recursos hídricos são “indivíduos, grupos, entidades públicas e privadas e coletividades que, em nome próprio ou no de terceiros, utilizam os recursos hídricos para: a) insumo em processo produtivo ou para consumo final; b) receptor de resíduos; c) meio de suporte de atividades de produção ou consumo.” (SANTA CATARINA, 2008). Por outro lado, “os consumidores de água são aqueles que recebem a água das companhias de saneamento” e, portanto, estão desobrigados de efetuar o cadastro no CEURH (SIRHESC, 2010).

Com base nas declarações de lançamento de efluentes nos corpos hídricos superficiais do Estado, o SADPLAN calcula uma vazão de diluição, que “é a parcela da vazão do corpo receptor necessária para

diluir um efluente. A vazão de diluição do corpo receptor deve ser tal que a mistura resultante tenha a concentração máxima permitida pelo enquadramento do respectivo trecho” (SIRHESC, 2010). Em termos operacionais, a vazão de diluição pode ser considerada como uma demanda não consuntiva, voltada à manutenção da qualidade das águas de uma bacia hidrográfica. O cálculo da vazão de diluição realizado pelo SADPLAN utiliza a fórmula proposta por Kelman (1997) como critério para outorga de lançamento, que tem como base a equação do balanço de massas.

$$Q_{\text{diluição}} = \frac{Q_{\text{lanç}} \times (C_{\text{lanç}} - C_{\text{perm}})}{C_{\text{perm}} - C_{\text{man}}}$$

Sendo:

$Q_{\text{diluição}}$: vazão de diluição;

$Q_{\text{lanç}}$: vazão de efluente lançada ao rio;

$C_{\text{lanç}}$: concentração do poluente lançado ao rio;

C_{perm} : concentração do poluente permitida no rio conforme o seu enquadramento;

C_{man} : concentração do poluente no rio em condições naturais.

A principal função do SADPLAN é calcular balanços hídricos que equacionem a diferença entre a disponibilidade e as demandas hídricas, para cada trecho de drenagem de uma bacia hidrográfica. Neste sentido, o sistema pode realizar dois procedimentos distintos de cálculo, a citar:

- **Balanço Hídrico Superficial Acumulado:** razão entre demanda e disponibilidade hídricas acumuladas. Apresenta como resultado o “Índice de Criticidade”, que caracteriza o grau de utilização da água disponível nos mananciais. O balanço hídrico superficial acumulado possui quatro variações, de acordo com a demanda hídrica considerada, a citar:
 - Somente captações acumuladas no trecho;
 - Consumos (captações menos lançamentos) acumulados no trecho;
 - Consumos acumulados, excetuando-se os lançamentos no próprio trecho;
 - Diluições acumuladas no trecho.

- Balanço Hídrico Superficial Incremental: cálculo baseado no balanço hídrico retratado pelo documento “Relatório dos Cenários Futuros – RE-B” de DRH/SEMA (2005), conforme descrito:

O modelo matemático realiza, basicamente, duas operações: balanço hídrico das disponibilidades versus demandas/consumos e transferência do resultado do balanço da macro-célula de montante para a de jusante. Na primeira operação, é efetuada a subtração entre disponibilidade e demanda/consumo considerando os valores definidos para a unidade de estudo. Na segunda operação, transfere-se para jusante o resultado do balanço hídrico da unidade de estudo em questão. Este processo de transferência ocorre apenas quando o resultado for positivo (excesso) visto que não há sentido físico em transferir os déficits das unidades de montante para as de jusante. Portanto, nas situações de déficit, a transferência para a unidade de jusante é zerada.

O método e o modelo de dados especificados em DRH/SEMA (2005) foram adaptados à realidade do Estado de Santa Catarina, de forma a contemplar estas duas modalidades:

- Cálculo com prioridade de uso respeitada no trecho hídrico;
- Cálculo com prioridade de uso respeitada na bacia de drenagem do trecho hídrico. Ressalta-se que este método não está em funcionamento no SADPLAN. Todavia, no contexto deste trabalho, considera-se a existência dos resultados desta modalidade de cálculo.

O balanço hídrico superficial incremental apresenta como resultado o “Índice de Atendimento”. Para cada uma das modalidades acima descritas, este balanço possui três variações, de acordo com a forma de diluição de efluentes considerada, a citar:

- Sem vazão de diluição de efluentes;
- Com vazão de diluição de efluentes, sendo que a parcela não atendida (reprimida) não é repassada para o trecho seguinte;
- Com vazão de diluição de efluentes, sendo que a parcela não atendida (reprimida) é totalmente repassada para o trecho seguinte. Neste caso, não é considerado o decaimento natural da concentração dos elementos físico-químicos presentes nos efluentes lançados.

A reunião dos resultados do cálculo destes dois procedimentos de balanço hídrico, por trecho hídrico de uma bacia hidrográfica, origina uma matriz de valores composta por quatro variantes do índice de criticidade, seis variações do índice de atendimento para o total das demandas hídricas do trecho e as mesmas seis variações do índice de atendimento, por setor usuário de recursos hídricos e para o uso de diluição de efluentes, quando este for considerado. Tomados os dez tipos de setores usuários de água contemplados no CEURH, tem-se, portanto, que o SADPLAN gera um conjunto de sessenta índices de atendimento para caracterizar, separadamente, cada um dos setores que usam as águas superficiais de Santa Catarina. O cruzamento entre o índice de atendimento e a vazão demandada total e por setor usuário de recursos hídricos ainda resulta nos valores de vazão atendida e de vazão não atendida, por trecho hídrico. Além disso, todas as seis variações do balanço hídrico superficial incremental calculam a vazão outorgável balanceada e a vazão remanescente no trecho hídrico. Esta última é a vazão de água não utilizada que flui para o trecho seguinte. Assim sendo, a matriz de índices gerados pelos balanços hídricos do SADPLAN conta com um total de 226 (duzentas e vinte e seis) colunas, por trecho hídrico, para apoiar a tomada de decisão da gestão de recursos hídricos, conforme consta na tabela 1.

Tabela 1 - Resultados dos balanços hídricos superficiais calculados pelo SADPLAN.

Índice de Criticidade

[1]

ICr-CP

Razão entre as captações acumuladas e a disponibilidade hídrica no trecho.

[2]

ICr-CS

Razão entre os consumos (captações menos lançamentos) acumulados e a disponibilidade hídrica no trecho.

[3]

ICr-CC

Razão entre os consumos acumulados, excetuando-se os lançamentos no próprio trecho, e a disponibilidade hídrica no trecho.

[4]

ICr-DL

Razão entre as captações e diluições acumuladas no trecho e a disponibilidade hídrica no trecho.

Índice de Atendimento

Por Setor Usuário de Água
(supondo dez setores usuários de
água e, de forma separada, a
vazão de diluição)

Total

[6 até 15]

IAt-*uso*-QT

Índice de atendimento à demanda do uso <*uso*> no trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, somente respeitada no trecho. Não é contabilizado o atendimento à vazão de diluição.

[17 até 26]

QAt-*uso*-QT

Vazão atendida do uso <*uso*> no trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, somente respeitada no trecho. Não é contabilizado o atendimento à vazão de diluição.

[28 até 37]

QnAt-*uso*-QT

Vazão não atendida do uso <*uso*> no trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, somente respeitada no trecho. Não é contabilizado o atendimento à vazão de diluição.

[5]

Qout-At-QT

Vazão outorgável, balanceada para o trecho hídrico, sem considerar a vazão de diluição. Prioridade de uso somente respeitada no trecho.

[16]

IAt-QT

Índice de atendimento a todas as demandas no trecho, sem considerar vazão de diluição. Prioridade de uso somente respeitada no trecho.

[27]

QAt-QT

Vazão total atendida no trecho, sem considerar vazão de diluição. Prioridade de uso somente respeitada no trecho.

[38]

QnAt-QT

Vazão total não atendida no trecho, sem considerar vazão de diluição. Prioridade de uso somente respeitada no trecho.

[39]

Qrem-At-QT

Vazão remanescente que flui para trecho seguinte, após balanço sem considerar vazão de diluição. Prioridade de uso somente respeitada no trecho.

[41 até 50]IAt-*uso*-DL

Índice de atendimento à demanda do uso <*uso*> no trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, somente respeitada no trecho. Atendimento à vazão de diluição é contabilizado. Parcela reprimida da vazão de diluição não é repassada para trecho seguinte.

[52]

IAt-diluição-DL

Índice de atendimento à diluição de efluentes no trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, somente respeitada no trecho. Parcela reprimida da vazão de diluição não é repassada para trecho seguinte.

[53 até 62]QAt-*uso*-DL

Vazão atendida do uso <*uso*> no trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, somente respeitada no trecho. Parcela reprimida da vazão de diluição não é repassada para trecho seguinte.

[63]

QAt-diluição-DL

Vazão de diluição de efluentes atendida no trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, somente respeitada no trecho. Parcela reprimida da vazão de diluição não é repassada

[40]

Qout-At-DL

Vazão outorgável, balanceada para o trecho hídrico, para atendimento a todas as demandas no trecho, inclusive vazão de diluição. Parcela reprimida da vazão de diluição não é repassada para trecho seguinte. Prioridade de uso somente respeitada no trecho.

[51]

IAt-DL

Índice de atendimento a todas as demandas no trecho, inclusive vazão de diluição. Parcela reprimida da vazão de diluição não é repassada para trecho seguinte. Prioridade de uso somente respeitada no trecho.

[64]

QAt-DL

Vazão total atendida no trecho, inclusive vazão de diluição. Parcela reprimida da vazão de diluição não é repassada para trecho seguinte. Prioridade de uso somente respeitada no trecho.

para trecho seguinte.

[65 até 74]

QnAt-*uso*-DL

Vazão não atendida do uso <*uso*> no trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, somente respeitada no trecho. Parcela reprimida da vazão de diluição não é repassada para trecho seguinte.

[75]

QnAt-diluição-DL

Vazão de diluição de efluentes não atendida no trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, somente respeitada no trecho. Parcela reprimida da vazão de diluição não é repassada para trecho seguinte.

[76]

QnAt-DL

Vazão total não atendida no trecho, inclusive vazão de diluição. Parcela reprimida da vazão de diluição não é repassada para trecho seguinte. Prioridade de uso somente respeitada no trecho.

[77]

Qrem-At-DL

Vazão remanescente que flui para trecho seguinte, após balanço com todas as demandas no trecho, inclusive vazão de diluição. Parcela reprimida da vazão de diluição não é repassada para trecho seguinte. Prioridade de uso somente respeitada no trecho.

[78]

Qout-At-DD

Vazão outorgável, balanceada para o trecho hídrico, para atendimento a todas as demandas no trecho, inclusive vazão de diluição. Parcela (reprimida) de efluentes não diluídos é totalmente repassada para o trecho seguinte. Prioridade de uso somente respeitada no trecho.

[79 até 88]

IAt-*uso*-DD

Índice de atendimento à demanda do uso <*uso*> no trecho, de acordo com a

[90]

IAt-DD

Índice de atendimento a todas as demandas no trecho, inclusive

sua ordem de prioridade de atendimento, somente respeitada no trecho. Atendimento à vazão de diluição é contabilizado. Parcela (reprimida) de efluentes não diluídos é totalmente repassada para o trecho seguinte.

[89]

IAT-diluição-DD

Índice de atendimento à diluição de efluentes no trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, somente respeitada no trecho. Parcela (reprimida) de efluentes não diluídos é totalmente repassada para o trecho seguinte.

[91 até 100]

QAt-*uso*-DD

Vazão atendida do uso <uso> no trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, somente respeitada no trecho. Parcela (reprimida) de efluentes não diluídos é totalmente repassada para o trecho seguinte.

[101]

QAt-diluição-DD

Vazão de diluição de efluentes atendida no trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, somente respeitada no trecho. Parcela (reprimida) de efluentes não diluídos é totalmente repassada para o trecho seguinte.

[103 até 112]

QnAt-*uso*-DD

Vazão não atendida do uso <uso> no trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, somente respeitada no trecho. Parcela (reprimida) de efluentes não diluídos é totalmente repassada para o trecho seguinte.

[113]

vazão de diluição. Parcela (reprimida) de efluentes não diluídos é totalmente repassada para o trecho seguinte. Prioridade de uso somente respeitada no trecho.

[102]

QAt-DD

Vazão total atendida no trecho, inclusive vazão de diluição. Parcela (reprimida) de efluentes não diluídos é totalmente repassada para o trecho seguinte. Prioridade de uso somente respeitada no trecho.

[114]

QnAt-DD

Vazão total não atendida no trecho, inclusive vazão de diluição. Parcela (reprimida) de efluentes não diluídos é totalmente repassada para o trecho seguinte. Prioridade de uso somente respeitada no trecho.

QnAt-diluição-DD

Vazão de diluição de efluentes não atendida no trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, somente respeitada no trecho. Parcela (reprimida) de efluentes não diluídos é totalmente repassada para o trecho seguinte.

[115]**Qrem-At-DD**

Vazão remanescente que flui para trecho seguinte, após balanço com todas as demandas no trecho, inclusive vazão de diluição. Parcela (reprimida) de efluentes não diluídos é totalmente repassada para o trecho seguinte. Prioridade de uso somente respeitada no trecho.

[116]**Qout-Ab-QT**

Vazão outorgável, balanceada para o trecho hídrico, sem considerar a vazão de diluição. Prioridade de uso respeitada no trecho e na bacia.

[117 até 126]**IAb-*uso*-QT**

Índice de atendimento à demanda do uso <uso> no trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, respeitada no trecho e na bacia. Não é contabilizado o atendimento à vazão de diluição.

[127]**IAb-QT**

Índice de atendimento a todas as demandas no trecho, sem considerar vazão de diluição. Prioridade de uso respeitada no trecho e na bacia.

[128 até 137]**QAb-*uso*-QT**

Vazão atendida do uso <uso> no trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, respeitada no trecho e na bacia. Não é contabilizado o atendimento à vazão de diluição.

[138]**QAb-QT**

Vazão total atendida no trecho, sem considerar vazão de diluição. Prioridade de uso respeitada no trecho e na bacia.

[139 até 148]**QnAb-*uso*-QT**

Vazão não atendida do uso <uso> no

[149]**QnAb-QT**

Vazão total não atendida no trecho,

trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, respeitada no trecho e na bacia. Não é contabilizado o atendimento à vazão de diluição.

sem considerar vazão de diluição. Prioridade de uso respeitada no trecho e na bacia.

[150]

Qrem-Ab-QT

Vazão remanescente que flui para trecho seguinte, após balanço sem considerar vazão de diluição.

Prioridade de uso respeitada no trecho e na bacia.

[151]

Qout-Ab-DL

Vazão outorgável, balanceada para o trecho hídrico, para atendimento a todas as demandas no trecho, inclusive vazão de diluição. Parcela reprimida da vazão de diluição não é repassada para trecho seguinte.

Prioridade de uso respeitada no trecho e na bacia.

[152 até 161]

IAb-*uso*-DL

Índice de atendimento à demanda do uso <uso> no trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, respeitada no trecho e na bacia. Atendimento à vazão de diluição é contabilizado. Parcela reprimida da vazão de diluição não é repassada para trecho seguinte.

[162]

IAb-diluição-DL

Índice de atendimento à diluição de efluentes no trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, respeitada no trecho e na bacia. Parcela reprimida da vazão de diluição não é repassada para trecho seguinte.

[164 até 173]

QAb-*uso*-DL

Vazão atendida do uso <uso> no

[163]

IAb-DL

Índice de atendimento a todas as demandas no trecho, inclusive vazão de diluição. Parcela reprimida da vazão de diluição não é repassada para trecho seguinte.

Prioridade de uso respeitada no trecho e na bacia.

[175]

QAb-DL

Vazão total atendida no trecho,

trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, respeitada no trecho e na bacia. Parcela reprimida da vazão de diluição não é repassada para trecho seguinte.

[174]

QAb-diluição-DL

Vazão de diluição de efluentes atendida no trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, respeitada no trecho e na bacia. Parcela reprimida da vazão de diluição não é repassada para trecho seguinte.

[176 até 185]

QnAb-*uso*-DL

Vazão não atendida do uso <uso> no trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, respeitada no trecho e na bacia. Parcela reprimida da vazão de diluição não é repassada para trecho seguinte.

[186]

QnAb-diluição-DL

Vazão de diluição de efluentes não atendida no trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, respeitada no trecho e na bacia. Parcela reprimida da vazão de diluição não é repassada para trecho seguinte.

inclusive vazão de diluição. Parcela reprimida da vazão de diluição não é repassada para trecho seguinte. Prioridade de uso respeitada no trecho e na bacia.

[187]

QnAb-DL

Vazão total não atendida no trecho, inclusive vazão de diluição. Parcela reprimida da vazão de diluição não é repassada para trecho seguinte. Prioridade de uso respeitada no trecho e na bacia.

[188]

Qrem-Ab-DL

Vazão remanescente que flui para trecho seguinte, após balanço com todas as demandas no trecho, inclusive vazão de diluição. Parcela reprimida da vazão de diluição não é repassada para trecho seguinte. Prioridade de uso respeitada no trecho e na bacia.

[189]

Qout-Ab-DD

Vazão outorgável, balanceada para o trecho hídrico, para atendimento

a todas as demandas no trecho, inclusive vazão de diluição. Parcela (reprimida) de efluentes não diluídos é totalmente repassada para o trecho seguinte. Prioridade de uso respeitada no trecho e na bacia.

[190 até 199]

IAb-*uso*-DD

Índice de atendimento à demanda do uso <*uso*> no trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, respeitada no trecho e na bacia. Atendimento à vazão de diluição é contabilizado. Parcela (reprimida) de efluentes não diluídos é totalmente repassada para o trecho seguinte.

[200]

IAb-diluição-DD

Índice de atendimento à diluição de efluentes no trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, respeitada no trecho e na bacia. Parcela (reprimida) de efluentes não diluídos é totalmente repassada para o trecho seguinte.

[202 até 211]

QAb-*uso*-DD

Vazão atendida do uso <*uso*> no trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, respeitada no trecho e na bacia. Parcela (reprimida) de efluentes não diluídos é totalmente repassada para o trecho seguinte.

[212]

QAb-diluição-DD

Vazão de diluição de efluentes atendida no trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, respeitada no trecho e na bacia. Parcela (reprimida) de efluentes não diluídos é totalmente repassada para o trecho seguinte.

[201]

IAb-DD

Índice de atendimento a todas as demandas no trecho, inclusive vazão de diluição. Parcela (reprimida) de efluentes não diluídos é totalmente repassada para o trecho seguinte. Prioridade de uso respeitada no trecho e na bacia.

[213]

QAb-DD

Vazão total atendida no trecho, inclusive vazão de diluição. Parcela (reprimida) de efluentes não diluídos é totalmente repassada para o trecho seguinte. Prioridade de uso respeitada no trecho e na bacia.

[214 até 223]QnAb-*uso*-DD

Vazão não atendida do uso <*uso*> no trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, respeitada no trecho e na bacia. Parcela (reprimida) de efluentes não diluídos é totalmente repassada para o trecho seguinte.

[224]

QnAb-diluição-DD

Vazão de diluição de efluentes não atendida no trecho, de acordo com a sua ordem de prioridade de atendimento, respeitada no trecho e na bacia. Parcela (reprimida) de efluentes não diluídos é totalmente repassada para o trecho seguinte.

[225]

QnAb-DD

Vazão total não atendida no trecho, inclusive vazão de diluição. Parcela (reprimida) de efluentes não diluídos é totalmente repassada para o trecho seguinte. Prioridade de uso respeitada no trecho e na bacia.

[226]

Qrem-Ab-DD

Vazão defluente, para atendimento a todas as demandas no trecho, inclusive vazão de diluição. Parcela (reprimida) de efluentes não diluídos é totalmente repassada para o trecho seguinte. Prioridade de uso respeitada no trecho e na bacia.

Fonte: SDS / DRHI (2009)

2.3.1 Análise dos Resultados do SADPLAN

A informação é um dado com significado. Por esta razão, considera-se que cada um dos duzentos e vinte e seis valores calculados pelo SADPLAN, por trecho hídrico, corresponda a uma informação distinta. Portanto, o SADPLAN fornece uma quantidade expressiva de informações estratégicas para subsidiar a análise sistêmica de uma bacia hidrográfica. Para a gestão de recursos hídricos, esta expressividade é proporcional também ao grau de detalhamento do mapeamento de trechos hídricos em uma bacia hidrográfica. Em Santa Catarina, o número de trechos hídricos mapeados por bacia está descrito na tabela 2.

Tabela 2 - Número de trechos por bacia hidrográfica de Santa Catarina.

Região Hidrográfica	Bacia Hidrográfica	Nº de Trechos
RH1 - EXTREMO OESTE	Bacia do Rio das Antas	1.495
	Bacia do Rio Peperi-Guaçu	990
RH2 - MEIO OESTE	Bacia do Rio Irani	602
	Bacia do Rio Chapecó	4.671
RH3 - VALE DO RIO DO PEIXE	Bacia do Rio Jacutinga	2.298
	Bacia do Rio do Peixe	770
RH4 - PLANALTO DE LAGES	Bacia do Rio Canoas	995
	Bacia do Rio Pelotas	489
RH5 - PLANALTO DE CANOINHAS	Bacia do Rio Canoinhas	179
	Bacia do Rio Timbó	2.549
	Bacia do Rio Negro	1.114
RH6 - BAIXADA NORTE	Bacia do Rio Cubatão (Norte)	1.162
	Bacia do Rio Itapocu	487
RH7 - VALE DO ITAJAI	Bacia do Rio Itajaí	1.250
RH8 - LITORAL CENTRO	Bacia do Rio Tijucas	561
	Bacia do Rio Biguaçu	170
	Bacia do Rio da Madre	190
	Bacia do Rio Cubatão (Sul)	227
RH9 - SUL CATARINENSE	Bacia do Rio Tubarão	494
	Bacia do Rio D'Una	472
RH10 - EXTREMO SUL CATARINENSE	Bacia do Rio Araranguá	724
	Bacia do Rio Urussanga	185
	Bacia do Rio Mampituba	126

Fonte: SDS / DRHI (2009)

Neste ponto é importante ressaltar que os resultados calculados pelo SADPLAN para uma bacia hidrográfica estão baseados em um único cenário de disponibilidade hídrica e em um panorama pré-

estabelecido de demandas hídricas. Para auxiliar na tomada de decisão, o SADPLAN permite recriar o mesmo rol de informações para uma perspectiva alternativa da realidade, que tanto pode refletir condições hidrológicas extremas ou moderadas quanto pode considerar o uso declarado dos recursos hídricos ou uma projeção das demandas, crescente ou decrescente, por setor usuário.

Esta combinação de possibilidades, que tem por mérito enriquecer a gestão de recursos hídricos, acarreta em um aumento aritmético das informações sujeitas à análise. Por esta razão, o conhecimento expresso pelo gestor de recursos hídricos ao analisar, de forma sistêmica, o conjunto das informações geradas pelo SADPLAN, é o elemento chave para o aproveitamento efetivo dos resultados fornecidos por este sistema. Além disso, é desejável que o mecanismo de tomada de decisão inerente à gestão de recursos hídricos seja consensual e compartilhável entre os órgãos gestores da esfera federal e estadual, sempre que for baseado em um conjunto uniforme e conhecido de informações. Desta forma, corpos hídricos de diferentes dominialidades (federal ou estadual) em uma mesma bacia hidrográfica recebem tratamento semelhante, de acordo com as diretrizes estipuladas pela Política Nacional de Recursos Hídricos.

A constatação de que o compartilhamento do conhecimento do especialista em gestão de recursos hídricos é um fator determinante para a uniformidade das decisões subsidiadas pelo SADPLAN traz consigo novos desafios. O primeiro deles aponta para a definição explícita e correta do conhecimento empregado na análise dos resultados apresentados pelo SADPLAN. Ademais, é necessário implantar os mecanismos de codificação, armazenamento e disseminação deste conhecimento. Estes processos requerem a integração das informações fornecidas pelo SADPLAN com o conhecimento aplicado na análise dos seus resultados. Advém daí a necessidade deste conhecimento ser expresso num formato compreensível por sistemas computacionais. Assim sendo, este trabalho concentra-se na pesquisa e na validação de um artefato de representação do conhecimento, caracterizado por uma sintaxe formal cujos elementos sejam suficientemente expressivos, de modo a representar o mecanismo de raciocínio empregado na análise das informações fornecidas pelo SADPLAN, que é o sistema de apoio à decisão para o planejamento de recursos hídricos da Diretoria de Recursos Hídricos da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina.

O presente capítulo relacionou o paradigma do desenvolvimento sustentável, que norteia as ações de governos e empresas em prol da preservação do meio ambiente, e a importância do gerenciamento dos múltiplos usos de recursos hídricos. Este capítulo também abordou os instrumentos de gestão regulamentados pela Política Nacional de Recursos Hídricos. Além disto, foi apresentado o sistema SADPLAN da Diretoria de Recursos Hídricos de Santa Catarina, que tem como principal objetivo calcular balanços hídricos superficiais para apoiar a elaboração de planos de bacia hidrográfica e a análise dos processos de outorga de direito de uso de recursos hídricos.

No capítulo seguinte será feita uma revisão bibliográfica sobre a Gestão e a Engenharia do conhecimento e, com um maior aprofundamento, sobre as ontologias. Os conceitos e proposições apresentados visam à fundamentação da escolha da ontologia enquanto artefato utilizado para representar o conhecimento alvo deste trabalho.

3 ENGENHARIA DO CONHECIMENTO

3.1 INTRODUÇÃO

A humanidade passa por um período de profundas transformações. Está em curso um processo de mudança rumo a uma sociedade do conhecimento, em que os fatores tradicionais de produção, como terra, mão-de-obra e capital, tornam-se secundários ao passo que o conhecimento surge como principal ativo de indivíduos e organizações. Neste novo cenário que se descortina é importante observar que o conhecimento por si só não basta. Para torná-lo produtivo é preciso associá-lo a alguma tarefa. Por esta razão, as organizações devem investir o conhecimento que possuem para buscar a inovação e gerar novos conhecimentos. E é, com base nestes pressupostos, que as organizações precisam buscar o aperfeiçoamento contínuo, explorar os seus próprios conhecimentos e aprender a inovar de forma sistemática (DRUCKER, 1995).

De acordo com Bixler (2005), “o conhecimento é uma informação que tem valor: é relevante, atual e aplicável para alcançar objetivos definidos”. Além disso, o conhecimento especializado é sempre relativo a um contexto. Por esta razão, Schreiber et al (2002) argumentam que o conhecimento de um especialista pode se resumir a meros dados ou incertezas sob a perspectiva de um leigo. Assim sendo, o entendimento sobre o que é dado, informação ou conhecimento torna-se relativo ao contexto, e ainda, à familiarização das pessoas àquele contexto.

Segundo Nonaka e Takeushi (1997), é preciso considerar três diferenças básicas entre informação e conhecimento. A primeira delas reside no fato de que “o conhecimento é uma função de uma atitude, perspectiva ou intenção específica. Segunda, o conhecimento, ao contrário da informação, está relacionado à ação. É sempre o conhecimento ‘com algum fim’. E terceira, o conhecimento, como informação, diz respeito ao significado. É específico ao contexto e relacional”. Estes autores ainda pontuam que “a informação é um meio ou material necessário para extrair e construir o conhecimento” (NONAKA e TAKEUCHI, 1997, P. 63).

No final da década de 70, a Engenharia do Conhecimento era compreendida como um processo de transferência do conhecimento do especialista para um sistema computacional. Esta noção baseava-se no pressuposto de que o conhecimento requerido pelo Sistema do

Conhecimento existia e, portanto, precisava somente ser coletado e codificado, o que era feito por meio de regras de produção. Todavia, problemas que demandaram a aplicação simultânea de diferentes tipos de conhecimento acabaram por evidenciar as limitações das regras de produção e as dificuldades operacionais em se manter tais bases de conhecimento. Além do mais, o conhecimento tácito dos especialistas, que era parte fundamental na sua capacidade de resolver problemas, não era transferido ao sistema. Amparada por estas constatações, a construção de Sistemas do Conhecimento tornou-se um processo de modelagem. Desta forma, a Engenharia do Conhecimento voltou-se para a criação de modelos capazes de oferecer resultados similares ao de especialistas na resolução de problemas. Cabe, neste sentido, a ressalva de que, como qualquer modelo, estes seriam também uma aproximação da realidade. E que, por conta disso, este processo de modelagem caracteriza-se por ser infinito, cíclico e sujeito à interpretação subjetiva dos engenheiros do conhecimento (STUDER, R et al, 1998).

Alan Newell cunhou, no início dos anos 80, o termo “Nível do Conhecimento” para descrever a parcela dos sistemas computacionais capaz de processar conhecimento a fim de determinar ações a serem tomadas. Este autor reitera que o conhecimento expresso nestes sistemas, aos quais denominara de agentes, deve ser modelado num nível conceitual, de forma a caracterizar a sua funcionalidade. Além disto, determina que o comportamento dos agentes esteja intimamente ligado à racionalidade. Isto significa que tais sistemas teriam a capacidade de escolher, dentre as ações que conseguem executar, a que melhor se aplica à realização de determinado objetivo (NEWELL, 1981). Para Studer et al (1998), a descrição de um processo de solução de problema sob a ótica do "Nível do Conhecimento" desconsidera os detalhes referentes à implementação do processo de raciocínio e seus consequentes resultados. Estas características são particulares a um “Método de Solução de Problemas” (PSM), cuja descrição é genérica e serve de padrão para a construção de Sistemas de Conhecimento em diferentes domínios. Por esta razão, o conceito de PSMs estimulou fortemente as pesquisas na área de Engenharia do Conhecimento.

Em virtude da importância estratégica do conhecimento nas organizações da atualidade, os Sistemas de Conhecimento têm como importante finalidade agilizar a tomada de decisão, seja por buscar a solução de problemas, seja por gerar ideias e inovação com o intuito de assegurar a melhoria continuada de processos, produtos e serviços. Neste sentido, a gestão do conhecimento deve ser dinâmica e voltada à criação de novos conhecimentos e é essencial, portanto, que esteja

presente em todos os processos decisórios de uma organização (BIXLER, 2005).

3.2 PROCESSOS DA GESTÃO DO CONHECIMENTO

A Engenharia do Conhecimento é uma disciplina da área de inteligência artificial que tem por objetivo estabelecer os processos de desenvolvimento e de manutenção de Sistemas do Conhecimento através da definição de métodos, linguagens e ferramentas apropriados à construção destes sistemas (STUDER, R et al, 1998). Os Sistemas de Conhecimento, por sua vez, são construídos para atender aos processos da gestão do conhecimento que, segundo Benjamins et al (1998), envolvem as seguintes ações:

- Aquisição e compilação do conhecimento;
- Estruturação e organização do conhecimento;
- Refinamento do conhecimento, ou seja, correção, atualização, complementação e remoção do conhecimento; e,
- Distribuição do conhecimento.

Bhatt (2002) considera que os processos de gestão do conhecimento incluem uma série de atividades que vão desde o aprendizado, a colaboração e a experimentação até a integração de diferentes grupos de tarefas e o desenvolvimento de poderosos sistemas de informação como a internet, intranets e extranets. Neste sentido, Servin (2005) enfatiza a importância de integrar as pessoas, os processos e as tecnologias de uma organização em prol da gestão do conhecimento. Para tanto, este autor pontua que a organização deve incentivar o desenvolvimento de uma cultura que seja favorável à troca de conhecimento: as pessoas devem ser motivadas e recompensadas por criar, compartilhar e usar o conhecimento; os processos da organização devem induzir ao compartilhamento do conhecimento; e a tecnologia não deve ser vista como solução, mas sim como um meio através do qual as pessoas se sintam confortáveis para dividir os seus conhecimentos.

Além disso, Nonaka e Takeuchi (1997) salientam a importância da “criação do conhecimento organizacional”, que descrevem como sendo “a capacidade de uma empresa criar novo conhecimento, difundir-lo na organização como um todo e incorporá-lo a produtos, serviços e sistemas” (NONAKA e TAKEUCHI, 1997, p.1). Segundo estes autores,

o conhecimento é criado por meio da interação entre o conhecimento explícito e tácito dos indivíduos, numa espécie de espiral do conhecimento. Cabe, portanto, à organização fornecer condições que facilitem o trabalho em grupo e que criem o conhecimento dos indivíduos que a compõem. Assim sendo, a espiral de criação do conhecimento caracteriza-se pela intercalação de quatro modos de conversão do conhecimento:

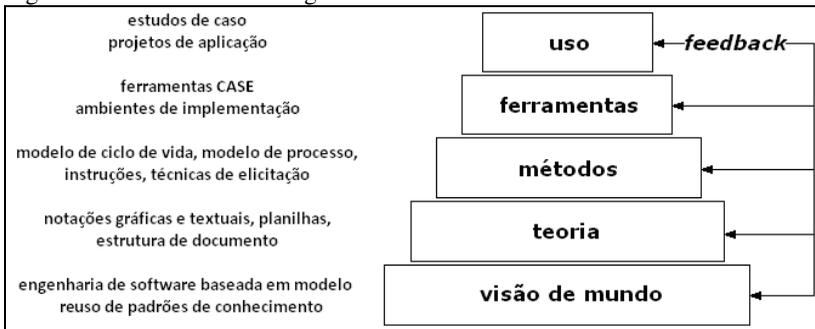
- Socialização, que acontece por meio da observação, imitação e prática;
- Externalização do conhecimento tácito para o explícito;
- Combinação de conjuntos diferentes de conhecimentos explícitos; e,
- Internalização, através da incorporação do conhecimento explícito em tácito.

Em crítica aos processos institucionalizados e sistemáticos de criação do conhecimento, Calhoun e Starbuck (2003) argumentam que as deficiências ou limitações dos seres humanos e a busca por consenso tendem a cercear a aceitação de verdades alternativas que podem conduzir a uma gama mais expressiva de conhecimentos.

3.3 MÉTODOS DA ENGENHARIA DO CONHECIMENTO

Schreiber et al. (2002) argumentam que a abordagem utilizada no desenvolvimento de qualquer sistema, seja de conhecimento ou até mesmo de informação, pode ser baseada numa pirâmide metodológica com cinco camadas, conforme mostra a figura 3.

Figura 3 - Pirâmide metodológica



Fonte: Schreiber et al. (2002).

Uma nova visão de mundo implica numa mudança de paradigma, que se concretiza através do surgimento de outra abordagem para todas as camadas superiores da pirâmide metodológica (Schreiber et al., 2002). Este fato pôde ser percebido na Engenharia do Conhecimento, em virtude da substituição do paradigma da transferência do conhecimento pelo paradigma da modelagem do conhecimento.

Neste sentido, Motta (1999) considera que a perspectiva da modelagem do conhecimento fez surgir métodos, linguagens de especificação, bibliotecas de componentes reusáveis e terminologias que podem ser aplicados na construção de Sistemas do Conhecimento. Este autor pontua ainda que cada método (ou framework) de modelagem do conhecimento está associado a um conjunto de ferramentas, componentes e linguagens de modelagem.

Para este trabalho, utiliza-se a ontologia para modelar o conhecimento do especialista em gestão de recursos hídricos aplicado na tomada de decisões com base nos resultados de balanços hídricos superficiais de uma bacia hidrográfica. A escolha das ontologias, e respectivo *framework* de método, bibliotecas, linguagem e terminologias, se deve ao fato de que, em termos de sistemas computacionais, o mecanismo de comunicação do conhecimento exige três níveis de convenções: um formato da linguagem de representação; um protocolo de comunicação entre sistemas; e, a especificação do conteúdo do conhecimento compartilhado. E a Engenharia do Conhecimento considera o uso de ontologias para estabelecer as bases de representação de modelos do mundo e do compartilhamento do conhecimento (GRUBER, 1993). Assim sendo, este capítulo apresenta um descritivo detalhado dos métodos, dos componentes e das linguagens utilizados para a elaboração de ontologias.

3.4 ONTOLOGIAS

3.4.1 Conceito

Apesar do conceito de “ontologia” ser, na atualidade, amplamente discutido no âmbito da Engenharia do Conhecimento, o seu surgimento remonta aos primórdios da filosofia ocidental. “A Ontologia, como ciência filosófica, surge, na cultura grega, pela ação construtiva de Aristóteles, que a chamava de ‘próte philosophia’ (...). O termo ontologia foi cunhado propriamente por Johannes Clauberg e popularizado por Wolf. Consequentemente se pode dizer que a ‘próte philosophia’ de Aristóteles, a ‘philosophia prima’ dos escolásticos, a

Ontologia, ou a Metafísica Geral, e em algumas vezes a Metafísica, referem-se à mesma ciência do ser enquanto ser, que é a Ontologia” (SANTOS, 1964, p.14-15).

Segundo Guarino (1998),

“no sentido filosófico, podemos nos referir a uma ontologia como um sistema particular de categorias, responsável por uma determinada visão do mundo. Como tal, este sistema não depende de um idioma em particular: a ontologia de Aristóteles é sempre a mesma, independentemente do idioma usado para descrevê-la. Por outro lado, no seu uso mais predominante na Inteligência Artificial, uma ontologia refere-se a um artefato de engenharia, constituído por um vocabulário específico usado para descrever uma dada realidade mais um conjunto de pressupostos explícitos a respeito do significado pretendido para as palavras do vocabulário (...). No caso mais simples, uma ontologia descreve uma hierarquia de conceitos ligados por relações de subordinação e, em casos mais sofisticados, axiomas são adicionados a fim de expressar outras relações entre conceitos e para restringir a sua interpretação.”

De acordo com Gruber (1993, p. 1) “uma ontologia é uma especificação explícita de uma conceitualização”, e esta última é, segundo este autor, “uma visão abstrata e simplificada do mundo que se deseja representar por algum propósito.” Críticos desta definição de ontologia, Guarino e Giaretta (1995) e Guarino (1997, 1998) argumentam que a noção de conceitualização adotada por Gruber, e que fora introduzida por Genesereth e Nilsson (1987), é relativa ao estado das coisas e, portanto, trata do arranjo ou combinação dos conceitos de determinado domínio, ao invés de se ater às relações intencionais, ou “relações conceituais”, próprias ao propósito das ontologias por denotarem a semântica dos vocábulos do domínio. Assim sendo, para (Guarino e Giaretta, 1995), “uma ontologia é um ‘relato parcial’¹ explícito de uma conceitualização”. Devido a esta discordância de entendimento, Guarino (1998) considera essencial a distinção entre os termos “ontologia” e “conceitualização”, para tornar praticáveis temas como o compartilhamento, a fusão e a tradução de ontologias que, em geral, envolvem múltiplos vocabulários e múltiplas conceitualizações.

¹ do original ‘partial account’

Este trabalho corrobora com os apontamentos feitos por Guarino e Giaretta (1995) e Guarino (1997, 1998) porque endereça exclusivamente as relações intencionais entre os resultados de balanços hídricos superficiais e as análises e conclusões do gestor de recursos hídricos. Não há na ontologia proposta, portanto, preocupação com informações externas ao rol de resultados fornecidos pelo sistema SADPLAN como, por exemplo, a forma de ocupação da bacia hidrográfica, a precisão da representação da malha hídrica trabalhada, mudanças climáticas ou intempéries recentes. Em outras palavras, para a gestão de recursos hídricos, uma bacia hidrográfica pode ser conceitualizada de inúmeras maneiras, sendo que este trabalho atém-se a um relato parcial caracterizado por balanços hídricos superficiais.

De acordo com Studer (1998, p.27), “o papel das ontologias na Engenharia do Conhecimento é facilitar a construção de um modelo de domínio. Uma ontologia fornece um vocabulário de termos e relações com os quais é possível modelar um domínio”.

3.4.2 Tipos de Ontologia

As ontologias são classificadas de diferentes formas, conforme sua função, seu conteúdo, seu grau de formalismo, entre outros aspectos. Este trabalho destaca duas destas muitas classificações: a que considera o nível de especialização de uma ontologia e a que distingue as ontologias pela expressividade da sua linguagem de representação.

No primeiro caso, Guarino (1998) adverte para a necessidade de observar os diferentes tipos de ontologias, de acordo com o seu grau de generalidade perante uma determinada tarefa ou visão de mundo, conforme segue:

- Ontologias de alto nível: descrevem conceitos gerais, que não são particulares a um domínio ou problema específico. Feitas para serem utilizadas por uma gama diversificada de usuários.
- Ontologias de domínio: descrevem o vocabulário relativo a um domínio, de forma genérica. Podem especializar termos das ontologias de alto nível.
- Ontologias de tarefa: descrevem o vocabulário relativo a uma tarefa ou atividade, de forma genérica. Podem especializar termos das ontologias de alto nível.
- Ontologias de aplicação: descrevem conceitos correlatos tanto a um domínio específico quanto a uma tarefa em particular. Estes

conceitos são, em geral, papéis desempenhados por entidades presentes no domínio que executam determinada atividade.

Com base neste mesmo viés, Studer (1998) considera também outros dois tipos de ontologias:

- Ontologias de representação: definem conceitos que expressam a representação do conhecimento e, portanto, não se referem a nenhum domínio em particular. Em Gómez-Pérez e Benjamins (1999) este tipo de ontologia também é denominado de meta-ontologia.
- Ontologias de método: descrevem o vocabulário relativo a um método presente em um determinado PSM. Assim como as ontologias de tarefa, estas são também responsáveis por explicitar o uso do conhecimento de um domínio na solução de problemas.

Em termos do grau de expressividade da linguagem de representação das ontologias, Gómez-Pérez e Corcho (2002) estabeleceram a seguinte classificação:

- Ontologias Lightweight: ontologias que contém somente conceitos, relações e funções, além de instâncias. Caracterizadas pela ausência de axiomas. São usadas para representar conceitos e organizá-los em taxonomias.
- Ontologias Heavyweight: ontologias que contém conceitos, relações, funções, restrições e axiomas, além de instâncias. São usadas quando há a necessidade de realizar inferências sobre o conhecimento que representam.

A ontologia resultante deste trabalho é considerada de aplicação porque representa o cálculo de balanços hídricos como uma tarefa aplicada ao domínio da gestão de recursos hídricos. Desta forma, esta ontologia reflete o conhecimento do especialista ao preparar os balanços hídricos e ao utilizar os seus resultados a fim de encontrar as respostas que norteiam a tomada de decisão no âmbito da gestão de recursos hídricos.

3.4.3 Composição das Ontologias

A construção de uma ontologia dispõe acerca dos elementos que a compõem. Os tipos de elementos presentes em uma ontologia são os seguintes:

- Conceitos ou classes: “podem ser abstratos ou concretos, elementares ou compostos, reais ou fictícios; em resumo, um conceito pode ser qualquer coisa a respeito da qual algo é dito”. (GÓMEZ-PÉREZ e CORCHO, 2002, p. 55);
- Relações: representam a associação entre os conceitos de um domínio. Podem ser categorizadas, com base em determinadas características: binária, simétrica, transitiva, entre outros.
- As taxonomias expressam um importante tipo de relação, a herança. Segundo (GÓMEZ-PÉREZ e CORCHO, 2002, p. 56), “as taxonomias são utilizadas para organizar conhecimento ontológico usando relacionamentos de generalização e especialização através dos quais heranças simples e múltiplas podem ser aplicadas”.
- Funções: um tipo especial de relação onde, segundo Gómez-Pérez e Benjamins (1999), o n-ésimo elemento da relação é único com base no conjunto dos n-1 elementos que o precedem.
- Atributos: descrevem as propriedades das instâncias ou dos conceitos sendo, portanto, dos tipos “atributo de instância” e “atributo de classe”, respectivamente.
- Axiomas: são sentenças sempre verdadeiras que, em geral, servem para impor restrições à ontologia ou deduzir novas informações a partir dela.

Gómez-Pérez e Benjamins (1999), Gómez-Pérez e Corcho (2002) e Corcho et al (2003) defendem que as instâncias também fazem parte de uma ontologia. As instâncias são os elementos encontrados no domínio que correspondem a um determinado conceito representado na ontologia. Guarino (1998), em contraposição, considera a separação entre a ontologia e a base de conhecimento que, segundo cita, “contém as informações dependentes de estado”. Da mesma forma, para Gruber (1989), uma ontologia tem propósitos distintos de uma base de conhecimento. Enquanto a primeira descreve o vocabulário de termos de um domínio, uma base de conhecimento contém o conhecimento necessário para a solução de problemas ou para a resposta às consultas sobre o domínio.

Este capítulo apresentou uma revisão bibliográfica sobre a Engenharia e Gestão do Conhecimento, de forma a informar sobre os processos e métodos que embasam sistemas de compartilhamento de conhecimento. Ademais o capítulo abordou, com um grau maior de detalhes, as ontologias enquanto instrumento para modelar o conhecimento objeto de estudo deste trabalho.

O próximo capítulo discorre sobre os procedimentos metodológicos adotados para a construção do modelo de conhecimento proposto neste trabalho.

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 DEFINIÇÃO DA PESQUISA

De acordo com Morgan (1980), este trabalho enquadra-se no paradigma funcionalista pelo caráter sistêmico atribuído ao objeto de estudo e por ter uma orientação prática e reguladora que objetiva gerar um conhecimento empírico útil à sociedade.

Por ter como principal objetivo produzir conhecimento para resolver um problema concreto, encontrado na realidade, esta pesquisa é considerada aplicada. Além disto, conforme acontece neste trabalho, uma pesquisa aplicada depende de dados que também podem ser coletados através de entrevistas e análise de documentos (VILAÇA, 2010).

Em termos do método utilizado para descrever e explicar o objeto deste estudo, a pesquisa realizada caracteriza-se como sendo qualitativa. Segundo Richardson (1999, p. 39),

“os estudos que empregam uma metodologia qualitativa podem descrever a complexidade de determinado problema, analisar a interação de certas variáveis, compreender e classificar processos dinâmicos vividos por grupos sociais, e contribuir no processo de mudança de determinado grupo e possibilitar, em maior nível de profundidade, o entendimento das particularidades do comportamento dos indivíduos”.

4.2 MÉTODOS DE CONSTRUÇÃO DE ONTOLOGIAS

Representar o conhecimento por meio de ontologias é uma tarefa que requer decisões de projeto que atentem para o domínio de interesse, para as ações que refletem este conhecimento, para o propósito da modelagem proposta e, ainda, para o perfil de usuários da ontologia resultante. Para fundamentar tais decisões de projeto, Gruber (1993) propõe critérios que orientam a construção de ontologias:

- Clareza: a definição de um conceito deve ser completa e objetiva. Neste sentido, o uso de formalismos é uma opção recomendada, sempre que possível;
- Coerência: os axiomas e as definições dos conceitos devem ser coerentes entre si;

- Extensibilidade: uma ontologia deve ser definida de modo a possibilitar o reuso dos seus conceitos;
- Independência de código: a ontologia deve ser especificada no nível do conhecimento;
- Comprometimento ontológico mínimo: a ontologia deve ser construída de forma a permitir que todos que se comprometem com ela possam especializar e instanciar os seus conceitos, sempre que necessário.

Com base nestes preceitos, a elaboração deste trabalho pauta-se por três métodos afins e complementares de construção de ontologias: o descrito por Uschold e King (1995), Methontology (FERNÁNDEZ, GÓMEZ-PÉREZ e JURISTO, 1997) e Ontology Development 101 (NOY e MCGUINNESS, 2001).

4.2.1 Método de Uschold e King

Uschold e King (1995) sintetizam a construção de uma ontologia em um conjunto de etapas, conforme segue:

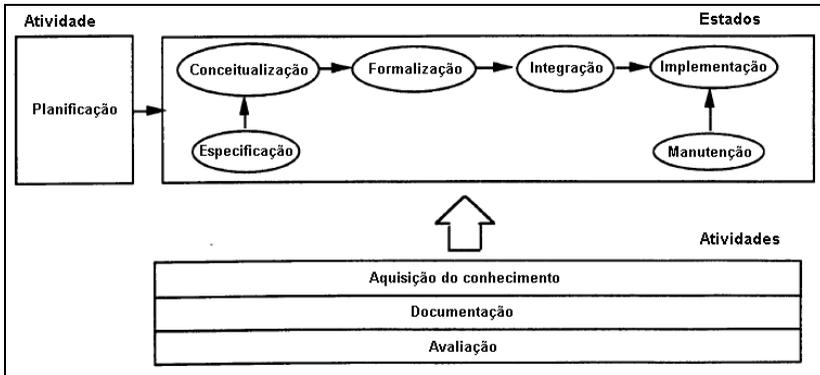
- Identificação do propósito da ontologia: esta etapa engloba a identificação das possíveis finalidades da ontologia e também da quantidade e diversidade de seus usuários. Tomada a perspectiva da utilidade, uma ontologia pode ser vista sob vários aspectos: um meio para estruturar uma base de conhecimento; parte de uma base de conhecimento, a ser incrementada quando for apropriado; ou, uma linguagem padrão de integração específica a uma aplicação. Para estes autores, as questões de competência são uma técnica de identificação dos propósitos de uma ontologia que têm focos mais específicos.
- Construção da ontologia: os autores dividem esta etapa em três procedimentos, mas admitem que mesclá-los pode ser uma alternativa viável e conveniente em determinadas situações.
- Captura: identificar os conceitos chaves e seus respectivos relacionamentos dentro do domínio de interesse. Estes conceitos e relacionamentos são então definidos de forma precisa e inequívoca. Também são identificados os termos próprios a cada conceito e relacionamento. Todas estas especificações devem ser feitas sem o uso de uma linguagem de codificação.

- **Codificação:** transformar os conceitos e relacionamentos capturados no estágio anterior em uma representação explícita através de uma linguagem formal. A grande dificuldade da codificação é selecionar a linguagem de representação que melhor atende aos requisitos da ontologia proposta.
- **Integração com ontologias existentes:** agregar ontologias existentes à ontologia construída é um fator que permeia tanto o estágio de captura quanto o de codificação. A questão chave, neste caso, é concordar sobre a escolha das ontologias a serem compartilhadas por diferentes comunidades de usuários.
- **Avaliação:** os autores reiteram o entendimento de que a avaliação de uma ontologia deve se limitar ao seu quadro de referência, ou seja, seu escopo.
- **Documentação:** a documentação das ontologias facilita o seu futuro compartilhamento. Neste sentido, todos os pressupostos de uma ontologia devem ser documentados, sejam eles relativos a conceitos chaves sejam referentes às primitivas usadas para descrever as definições contidas na ontologia.

4.2.2 Methontology

A técnica descrita por Fernández, Gómez-Pérez e Juristo (1997), denominada de Methontology, é um método estruturado de construção de ontologias que contempla as atividades de planejamento, especificação, aquisição do conhecimento, conceitualização, formalização, integração, implementação, avaliação, documentação e manutenção da ontologia construída. Estas atividades ou estágios de desenvolvimento de uma ontologia não são necessariamente sequenciais, mas orientam-se por um ciclo de vida que caracteriza a dinâmica de construção ou aperfeiçoamento de ontologias. A figura 4 apresenta a interligação entre as atividades e estágios do ciclo de vida de uma ontologia.

Figura 4 - Estados e atividades da Methontology.



Fonte: Fernández, Gómez-Pérez e Juristo (1997).

A elaboração de um plano de desenvolvimento da ontologia antecede todos os estados do ciclo de vida da ontologia porque estabelece o tempo e os recursos necessários para realizar as demais atividades.

O estágio de especificação prevê a construção de um documento que contenha:

- O propósito da ontologia, em termos de usos, cenários de uso e usuários;
- O grau de formalidade da ontologia e, conseqüentemente, o tipo de codificação a ser usada para representá-la;
- O escopo da ontologia.

Este documento deve ser conciso, consistente e completo, mas não necessariamente detalhado. A sua elaboração pode ter como base as questões de competência da ontologia.

A aquisição do conhecimento pode ocorrer durante todo o processo de construção da ontologia, com maior intensidade no seu início e de forma mais atenuada ao seu final.

No âmbito da Methontology, a fase de conceitualização envolve a construção de um modelo conceitual que descreva os conceitos, relações e termos previstos no documento de especificação. Todo este conteúdo deve ser formalizado através de uma linguagem de representação apropriada aos propósitos da ontologia. Para agilizar a construção da ontologia, pode-se integrá-la a ontologias existentes através do reuso de termos comuns a ambas.

A implementação de uma ontologia abrange a construção ou o uso de um interpretador da linguagem de representação, voltado à detecção de erros léxicos e sintáticos no código da ontologia. Além

disso, mecanismos como editores, buscadores e avaliadores da ontologia são requisitos relevantes na implementação de uma ontologia.

A avaliação da ontologia é uma atividade que deve entremear o seu desenvolvimento, tendo como ponto de referência o documento de especificação da mesma. A Methontology prevê a elaboração de um documento de avaliação onde estão descritas as técnicas utilizadas, os erros encontrados e as fontes de conhecimento usadas na avaliação. De forma mais ampla, inclusive, a Methontology propõe ainda que a conclusão de cada atividade ou estágio de desenvolvimento da ontologia origine um documento que descreva os seus respectivos resultados.

4.2.3 Development 101

Noy e McGuinness (2001) propõem um processo iterativo para o desenvolvimento de ontologias, composto pelos seguintes passos:

- Definição de domínio e escopo da ontologia, que tem nas questões de competência um fator determinante para direcionar a construção da ontologia e legitimar, posteriormente, a ontologia construída;
- Reutilização de ontologias existentes, principalmente nos casos em que a integração com outras bases de conhecimento é requisito para a ontologia proposta;
- Enumeração dos termos importantes na ontologia, sem se ater às sobreposições de termos ou à forma de representá-los;
- Definição das classes e de sua hierarquia, a partir dos termos gerais rumo aos mais especializados ou vice-versa ou uma combinação de ambos, sendo esta a mais fácil de ser realizada;
- Definição das propriedades das classes, que são as estruturas internas que caracterizam os conceitos. Neste ponto é importante observar que as propriedades de uma classe são herdadas pelas sub-classes desta;
- Definição das facetas das propriedades das classes, que descrevem os tipos de valores, a cardinalidade, o domínio ou intervalo destes valores, entre outras facetas que podem ser atribuídas a uma propriedade;
- Criação de instâncias, que implica, para cada caso, na escolha da classe, na criação propriamente dita da instância e na definição dos valores das suas propriedades.

Além destas etapas de desenvolvimento da ontologia, Noy e McGuinness (2001) ainda esclarecem pontos dúbios que permeiam a construção de uma ontologia. A escolha pela representação mais apropriada de um conceito, que por vezes pode ser expresso tanto como uma classe, uma propriedade ou uma instância, as técnicas de hierarquização dos conceitos, e ainda, a definição das propriedades das classes são questões intimamente relacionadas aos objetivos da ontologia.

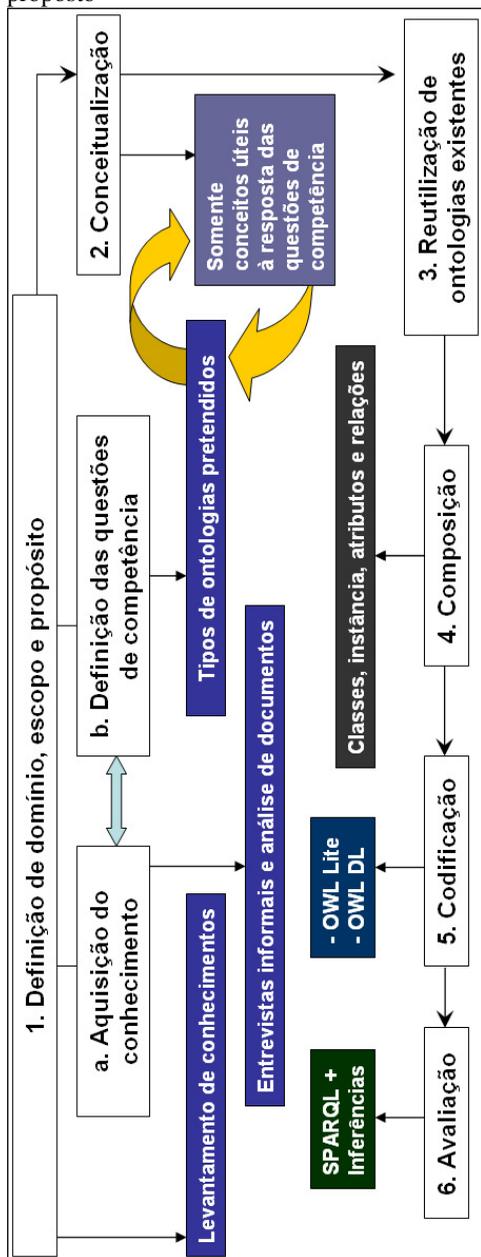
4.3 MÉTODO DE CONSTRUÇÃO DO MODELO DE CONHECIMENTO PROPOSTO

O método empregado para construção do modelo de conhecimento proposto intercala as etapas dos métodos acima mencionados na sequência de passos apresentada pela figura 5.

Para a aquisição do conhecimento dos gestores de recursos hídricos foram realizadas entrevistas não estruturadas com os profissionais que tenham tido experiência na utilização do sistema SADPLAN ou que sejam os responsáveis técnicos pelas decisões relativas à emissão de outorgas de direito de uso das águas dentro da Diretoria de Recursos Hídricos de Santa Catarina.

O conhecimento estratégico alvo deste trabalho foi compartmentado em duas aplicações: elaboração de planos de bacia e análise da outorga de direito de uso de recursos hídricos. Para a extração do conhecimento acerca da elaboração de planos de bacia, foram analisados os Planos Estratégicos de Bacias do Rio Chapecó (SDS / CHAPECÓ, 2009), do Rio Jacutinga (SDS / JACUTINGA, 2009) e do Rio Timbó (SDS / TIMBÓ, 2009), que embasaram o diagnóstico e o prognóstico da compatibilização das demandas e disponibilidades hídricas superficiais nos resultados fornecidos pelo SADPLAN. Para aquisição do conhecimento acerca dos procedimentos institucionalizados de análise de outorga de direito de uso de águas foram examinadas as portarias estaduais que regulamentam a aplicação deste instrumento de gestão de recursos hídricos.

Figura 5 - Etapas do método de construção do modelo de conhecimento proposto



4.4 LIMITAÇÕES METODOLÓGICAS

A gestão de recursos hídricos em Santa Catarina tem sido pouco respaldada pelos indicadores calculados pelo sistema SADPLAN. Até a presente data, a Diretoria de Recursos Hídricos (DRHI) deste Estado não faz uso do sistema SADPLAN para analisar os processos de outorga. E os Planos Estratégicos de Bacias do Rio Chapecó (SDS / CHAPECÓ, 2009), do Rio Jacutinga (SDS / JACUTINGA, 2009) e do Rio Timbó (SDS / TIMBÓ, 2009) contém ressalvas aos métodos de cálculo de balanços hídricos superficiais utilizados por este sistema. Portanto, a etapa de aquisição do conhecimento alvo deste trabalho não pôde ser inteiramente realizada por meio da elicitacão do conhecimento dos especialistas nesta área. Conseqüentemente, grande parte do conhecimento modelado adveio de leis, portaria, planos de bacia e outros documentos que atestam, de forma geral, a utilização de balanços hídricos superficiais na gestão de recursos hídricos.

O presente capítulo apresentou os métodos de construção de ontologias que foram tomados como base para compor os procedimentos metodológicos adotados neste trabalho.

No capítulo seguinte relata-se a construção do modelo de conhecimento proposto na sequência de etapas apresentadas pela figura 5, que sintetiza o ciclo de aquisição, organização, representação e avaliação do conhecimento modelado.

5 CONSTRUÇÃO DO MODELO DE CONHECIMENTO PROPOSTO

A formalização do mecanismo de análise das informações geradas pelo SADPLAN, com vistas à tomada de decisões no âmbito da gestão de recursos hídricos, estabelece as bases para representação, disseminação e reutilização deste conhecimento, uma vez que permite a reprodução do comportamento do especialista diante de dados de entrada pré-estabelecidos, que caracterizam a situação do uso das águas em uma bacia hidrográfica.

Os processos da gestão do conhecimento são o alicerce para este trabalho, uma vez que representam a aquisição, a organização, o refinamento e a distribuição do conhecimento estratégico modelado. Assim sendo, a utilização do modelo de conhecimento proposto e a subsequente construção de uma base de conhecimento para o sistema SADPLAN atendem aos processos de gestão do conhecimento da seguinte forma:

- Aquisição e organização do conhecimento
 - O conhecimento do especialista em gestão de recursos hídricos ao utilizar balanços hídricos superficiais na tomada de decisões é elicitado e organizado por meio de uma linguagem formal e padronizada, como forma de estabelecer as diretrizes para melhor compreensão e disseminação do assunto;
 - As regras e procedimentos acerca da utilização de balanços hídricos na gestão de recursos hídricos, documentados em leis, portarias e planos de bacias hidrográficas, são extraídos e compilados como um modelo de conhecimento, que pode ser compreendido e utilizado por agentes computacionais;
- Compartilhamento e/ou distribuição do conhecimento
 - A equipe técnica do órgão gestor de recursos hídricos passa a dispor de um instrumento apropriado para uniformizar o grau de entendimento a respeito da utilização do balanço hídrico superficial na gestão de recursos hídricos;
 - A afinidade ou semelhança entre diferentes fontes de cálculo de balanço hídrico superficial pode ser aferida através da comparação entre bases de conhecimento construídas de acordo com a ontologia que descreve o

cálculo de balanços hídricos superficiais, elaborada para este trabalho;

- O modelo de conhecimento pode ser compartilhado entre diferentes órgãos de gestão de recursos hídricos, em prol da padronização do tratamento dado aos corpos hídricos superficiais de uma bacia hidrográfica, quando parte destes é de domínio do Estado e parte é de domínio da União;
- O conhecimento utilizado para aplicar os instrumentos de gestão em uma bacia hidrográfica pode ser replicado na gestão de todas as bacias de jurisdição do órgão gestor, a fim de tratá-las todas de forma semelhante e transparente;
- Parte significativa do conhecimento utilizado na elaboração de planos de bacia e na análise dos processos de outorga de uso das águas pode ser divulgada para as entidades que compõem o Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos;
- A utilização dos resultados de um balanço hídrico superficial, antes limitada às informações produzidas pelo sistema de cálculo, pode ser ampliada com base na aplicação de agentes computacionais capazes de interpretar e empregar o conhecimento do especialista para subsidiar a tomada de decisões;
- Refinamento do conhecimento
 - As decisões subsidiadas pelo balanço hídrico superficial podem ser comparadas, questionadas e debatidas com base na utilização de conhecimentos não consensuais aplicados às mesmas informações fornecidas pelo cálculo deste balanço, de forma a atestar as conclusões fiéis à realidade da bacia hidrográfica;
 - A relevância dos diferentes tipos de resultados produzidos pelo sistema de cálculo do balanço hídrico superficial passa a ser reconhecida com base no grau de influência de tais resultados perante o conhecimento extraído deste sistema;
 - O conhecimento aplicado para a utilização do balanço hídrico superficial na gestão de recursos hídricos pode ser aprimorado com base na consistência ou

atualização dos dados de entrada que subsidiam o cálculo dos balanços hídricos.

5.1 DOMÍNIO, ESCOPO E PROPÓSITOS DA ONTOLOGIA

Os métodos de construção de ontologias apresentados no capítulo anterior prevêm o cumprimento de uma etapa inicial que considera a definição de domínio, escopo e propósitos da ontologia a ser elaborada. De acordo com o método *Development 101*, questões como “qual o domínio que a ontologia irá cobrir?”, “para que será utilizada a ontologia?” e “para que tipos de questões as informações contidas na ontologia devem fornecer respostas?” são imprescindíveis à conclusão desta etapa inicial.

No caso do problema endereçado por este trabalho, a resposta a estas perguntas advém do prévio entendimento sobre os diversos conhecimentos utilizados pelo especialista ao empregar um balanço hídrico superficial como ferramenta de auxílio à gestão de recursos hídricos.

5.1.1 Levantamento de Conhecimentos do Especialista em Gestão de Recursos Hídricos ao utilizar o sistema SADPLAN

A fim de esclarecer o propósito da ontologia, é perfeitamente aceitável que se faça uma correlação entre os diversos conhecimentos requeridos do especialista que utiliza o sistema SADPLAN e este propósito, para se determinar o domínio e escopo desta ontologia.

5.1.1.1 Conhecimento do método, ou seqüência de passos, para calcular um balanço hídrico superficial

O entendimento sobre o método de cálculo de balanço hídrico é resultado do conhecimento operacional do especialista em gestão de recursos hídricos. De acordo com as especificações do método *Development 101*, uma ontologia tem por finalidade separar o conhecimento de domínio do conhecimento operacional. Portanto, admite-se que a descrição do referido método dê-se, para fins documentais, fora da ontologia, na forma de representações afins como, por exemplo, diagramas UML - Unified Modeling Language (OMG, 2011).

Entretanto, é importante observar que as inferências a serem respondidas pelo modelo de conhecimento estão intrinsecamente relacionadas ao método de cálculo do balanço hídrico em questão. Qualquer mudança na seqüência de passos para calcular este balanço pode implicar em alterações na ontologia a ser construída. Por esta razão, entende-se como necessária a elaboração de uma ontologia de domínio do cálculo de balanços hídricos superficiais para ser referenciada pelo modelo do conhecimento proposto. Além disto, este fato reitera a ontologia enquanto mecanismo de representação do conhecimento endereçado por este trabalho, porque ontologias permitem a mudança de seus pressupostos sempre que o conhecimento sobre o domínio sofrer alterações.

5.1.1.2 Conhecimento acerca da bacia hidrográfica alvo da gestão e dos cenários de disponibilidade e demandas hídricas a serem representados no cálculo do balanço hídrico

Uma bacia hidrográfica é um sistema complexo, onde elementos como as águas, o relevo, a vegetação, o clima, a fauna, os seres humanos, entre outros, refletem a influência que sofrem e exercem uns nos outros. Além de diverso, o meio ambiente também é dinâmico porque passa por variações, permanentes ou temporárias, ao longo dos anos. Portanto, modelar o conhecimento sobre uma bacia hidrográfica é uma tarefa, por si só, extensa e pormenorizável. Entretanto, o especialista que utiliza os resultados de um balanço hídrico superficial dentro da gestão de recursos hídricos deve compreender os conceitos e relações entre a disponibilidade de água nos mananciais e o uso dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica. No contexto deste trabalho, este conhecimento é considerado como um dado de entrada, necessário à elaboração dos cenários de cálculo do balanço hídrico. Assim sendo, não é o propósito e tampouco retrata questões a serem respondidas pela ontologia a ser construída.

5.1.1.3 Conhecimento acerca dos resultados do balanço hídrico superficial

O cálculo de um balanço hídrico superficial gera um conjunto de índices percentuais que representam o grau de atendimento à demanda

hídrica dos diferentes setores usuários de água, para cada trecho hídrico de uma bacia hidrográfica.

A reunião de todas as informações oriundas de um balanço hídrico superficial fornece meios para o especialista tirar conclusões a respeito do grau de comprometimento, quantitativo e qualitativo, das águas de uma bacia hidrográfica.

O especialista incumbido da gestão dos recursos hídricos pode trabalhar com cenários de disponibilidade hídrica que retratam eventos hidrológicos extremos, como cheias e secas, e critérios de preservação do meio ambiente muito ou pouco permissivos. Além disto, pode considerar demandas hídricas reais ou potenciais, por meio de projeções estatísticas que simulam o crescimento ou decaimento do uso das águas na bacia hidrográfica. Munido destas informações e dos resultados de um balanço hídrico superficial, o especialista está apto a responder a parte das questões estratégicas comuns ao exercício da gestão de recursos hídricos.

5.1.2 Aquisição do Conhecimento

De acordo com a especificação em *Methodology*, a etapa de aquisição de conhecimento pode ser realizada por meio de uma ou mais das seguintes técnicas:

- Entrevistas não estruturadas com especialistas;
- Análise informal de textos;
- Análise formal de textos;
- Entrevistas estruturadas com especialistas.

O rol de conhecimentos aplicados na utilização dos resultados de balanços hídricos superficiais para subsidiar a gestão de recursos hídricos pode ser compartimentado de acordo com os seguintes processos desta gestão: elaboração de planos de bacias hidrográficas e análise de outorga de direito de uso de recursos hídricos. Assim sendo, para aquisição do conhecimento alvo deste trabalho foram realizadas entrevistas não estruturadas com especialistas nesta área e, de forma complementar, foram analisados planos de bacia elaborados com o auxílio do sistema SADPLAN e portarias da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina que regulamentam a outorga de direito de uso dos recursos hídricos.

5.1.2.1 Conhecimento empregado na elaboração de planos de bacias hidrográficas

As conclusões relatadas nos Planos Estratégicos de Bacias do Rio Chapecó (SDS / CHAPECÓ, 2009), do Rio Jacutinga (SDS / JACUTINGA, 2009) e do Rio Timbó (SDS / TIMBÓ, 2009), que decorreram da análise dos resultados fornecidos por balanços hídricos superficiais calculados pelo sistema SADPLAN, evidenciam a aplicação do conhecimento de especialistas para diagnosticar as condições de disponibilidade e demandas hídricas presentes nas bacias hidrográficas estudadas.

Para a Bacia do Rio Chapecó, o especialista examina o grau de poluição na bacia hidrográfica por meio da análise do índice de atendimento para todos os usos e, em especial, para a vazão de diluição dos efluentes amparada pelas concentrações limites de substâncias físico-químicas poluidoras. As considerações contidas em (SDS / CHAPECÓ, 2009) relatam esta avaliação:

a) Os balanços individualizados por trecho permitiram identificar aqueles onde as demandas, incluídas as referentes às vazões de diluição, não poderiam ser satisfeitas.

b) O Quadro 129 apresenta o número de trechos, por município, onde o conjunto das demandas não poderia ser atendido considerando, dentre elas, as correspondentes à diluição dos teores de DBO até o limite de concentração permitido na legislação para cursos de água enquadrados na classe 2. (...) O Quadro 129 mostra que no caso da vazão outorgável mais restritiva o balanço correspondente conduz a 537 trechos com problemas, número que cai para 134 com a vazão menos restritiva.

Em termos da análise do atendimento aos usos consuntivos, o relatório do Plano Estratégico da Bacia do Rio Jacutinga (SDS / JACUTINGA, 2009) relata a seguinte condição:

c) (...) mesmo sem considerar as vazões necessárias para a diluição de efluentes, como é o

caso em análise, há trechos que não tem condições de atender às demandas requeridas, em nenhuma das cinco opções de vazão outorgável consideradas. Nestas situações, a solução para atendimento das demandas implica na procura de fontes de águas subterrâneas, na transposição de água desde corpos hídricos vizinhos e na adoção de medidas que visem o aumento da eficiência no uso da água.

No Plano Estratégico da Bacia do Rio Timbó, o especialista conduz a análise de forma a avaliar a efetividade de alternativas de armazenamento de água para os períodos de escassez deste recurso natural (SDS / TIMBÓ, 2009, pp.251-252):

d) Os balanços individualizados por trecho permitiram identificar em quais trechos as demandas não poderiam ser satisfeitas. Os balanços foram efetuados, separadamente, para cada uma das opções A, B, C, D e E (...). Observa-se que há trechos que, embora apresentando problemas de atendimento nas opções B, C, D ou E, não apresentam déficit na opção A. Nestes casos, além da necessidade de aumentar a eficiência hídrica, o resultado indica a possibilidade de resolver o problema mediante armazenamento de água para as épocas de crise, constituindo-se, portanto, em indicativos da conveniência de efetuar estudos a respeito da viabilidade de estruturas de armazenamento.

Para alcançar tais resultados, o especialista responsável pela elaboração destes planos de bacia recomenda, em uma primeira análise, que o balanço hídrico considere a vazão de referência para caracterizar a disponibilidade hídrica da bacia hidrográfica. Caso seja observada a falta de água, deve-se recalcular o balanço hídrico com base na vazão média (QMLT) dos corpos hídricos, como forma de representar a regularização da vazão nos mananciais superficiais e, desta forma, considerar a construção de barragens de regularização como uma solução ou um atenuador para a falta de água nos pontos críticos da bacia hidrográfica.

5.1.2.2 Conhecimento empregado na análise do direito de uso dos recursos hídricos

Além da aplicação dos balanços hídricos para auxiliar no planejamento de ações preventivas ou emergenciais apontadas nos planos de recursos hídricos, o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) determina ainda que sistemas de apoio à tomada de decisões são necessários também para a regulação dos usos, por meio da outorga de direito de uso dos recursos hídricos. Tal determinação confronta-se com o fato de que, até a presente data, a Diretoria de Recursos Hídricos (DRHI) de Santa Catarina não faz uso do sistema SADPLAN para analisar os processos de outorga. Por esta razão, as questões de competência específicas ao escopo da ontologia proposta e inerentes à análise de outorgas de direito de uso de recursos hídricos em Santa Catarina estão baseadas nas Portarias da Secretaria do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS) que estabelecem as diretrizes dos processos técnico-administrativos deste instrumento de gestão.

A portaria SDS nº 35 de 30 de outubro de 2006 estabelece as relações entre a análise das outorgas e os balanços hídricos da seguinte forma:

e) Art. 8º / § 3º - A avaliação do corpo d'água ou da bacia hidrográfica quanto à existência de conflitos pelo uso da água cotejará as demandas hídricas totais, situadas a montante ou a jusante, com a disponibilidade hídrica existente. (...). II - o conflito pelo uso da água, de natureza quantitativa, será caracterizado pela relação entre demandas, estimadas por cadastros ou por dados secundários, relativas a consumos, captações ou vazões necessárias à manutenção de níveis d'água adequados ao uso e à disponibilidade hídrica; III - o conflito pelo uso da água, de natureza qualitativa, será caracterizado pela relação entre vazões necessárias à diluição de poluentes ou cargas de poluentes, estimadas por cadastros ou por dados secundários, e a disponibilidade hídrica.

A portaria SDS nº 51 de 02 de outubro de 2008 altera os critérios gerais de outorga previamente definidos pela portaria SDS nº 36 de 29

de julho de 2008. Em se tratando da relevância dos balanços hídricos para análise dos processos de outorga, a portaria SDS nº 51 estipula:

f) Art. 1º / § 2º - Enquanto o limite máximo de derivações consuntivas em todas as seções de controle de uma bacia hidrográfica for igual ou inferior a 50% da vazão de referência Q98, as outorgas poderão ser emitidas pela SDS, baseadas na inexistência de conflito quantitativo para uso consuntivo da água.

g) Art. 1º / § 3º - O limite máximo individual para usos consuntivos a ser outorgado na porção da bacia hidrográfica limitada por cada seção fluvial considerada é fixado em 20% da vazão outorgável, podendo ser excedido até o limite de 80% da vazão outorgável quando a finalidade do uso for para consumo humano, desde que seu uso seja considerado racional.

h) Art. 2º / Parágrafo Único: Para fins dos balanços necessários à análise dos pedidos de outorga todos os usos cadastrados no CEURH, incluindo o somatório daqueles inferiores a 1,0 m³/h, considerados insignificantes, deverão ser considerados dentro dos 50% da vazão Q98, outorgável.

5.1.3 Questões de Competência

A situação dos usos das águas superficiais de uma bacia hidrográfica pode ser analisada por meio de diversos questionamentos. Dentre as questões que podem ser respondidas através dos resultados de balanços hídricos superficiais, o especialista em gestão de recursos hídricos cita aquelas que, no âmbito deste trabalho, serão consideradas as questões de competência da ontologia referentes ao conhecimento aplicado na elaboração dos planos de bacias:

- 1 Há água suficiente para todos os usos (inclusive a diluição de efluentes)?
- 2 Há água suficiente para todos os usos (exclusive a diluição de efluentes)?

- 3 Há água suficiente para os usos consuntivos?
- 4 Há água suficiente para os usos prioritários?

O processo de análise de outorga de direito de uso dos recursos hídricos é pautado pela decisão de deferir ou negar este direito. Neste sentido, o especialista em gestão de recursos hídricos trabalha com a vazão outorgável estabelecida para a bacia hidrográfica como critério de disponibilidade hídrica. Os usos de recursos hídricos cadastrados e consistidos através do CEURH juntamente com aqueles previamente outorgados caracterizam a demanda hídrica existente. Além disto, o uso a ser outorgado também compõe os dados de entrada do balanço hídrico superficial. Com base nesta perspectiva da realidade, o especialista examina os resultados do balanço hídrico superficial para responder algumas questões que, neste trabalho, são consideradas as questões de competência da ontologia referentes ao conhecimento aplicado na análise da outorga de direito de uso dos recursos hídricos:

- 5 Há água suficiente para atender o uso a ser outorgado?
- 6 O uso a ser outorgado não prejudica usos já outorgados?
- 7 O uso a ser outorgado não prejudica usos prioritários não outorgados ou insignificantes?

A tabela 3 correlaciona estes questionamentos com os textos transcritos dos Planos Estratégicos das Bacias do Rio Chapecó, do Rio Jacutinga e do Rio Timbó e das Portarias SDS nº 35 e 51.

Tabela 3 - Fundamentação das questões de competência da ontologia.

Texto	Origem	Questionamento
a	Plano Estratégico da Bacia do Rio Chapecó	1 e 5
b		1
c	Plano Estratégico da Bacia do Rio Jacutinga	2 e 5
d	Plano Estratégico da Bacia do Rio Timbó	2
e	Portaria SDS nº 35	1, 2, 3 e 5
f	Portaria SDS nº 51	5, 6 e 7
g	Portaria SDS nº 51	5 e 6
h	Portaria SDS nº 51	5, 6 e 7

Os cenários de disponibilidade e de demandas hídricas que caracterizam um balanço hídrico são informações estratégicas à

aplicação deste cálculo na gestão dos recursos hídricos. Apesar da sua relevância para a tomada de decisões, tais informações são desconsideradas na elaboração da ontologia proposta uma vez que não representam o conhecimento a ser extraído dos resultados dos balanços hídricos superficiais calculados pelo SADPLAN. Por outro lado, o significado de cada um dos resultados de um balanço hídrico superficial constitui informações primordiais à representação do conhecimento objeto deste estudo. Por esta razão, construiu-se um quadro que resume e agrupa estes resultados por modalidade de cálculo, apresentado na tabela 4.

Tabela 4 - Resultados das modalidades de cálculo de balanço hídrico superficial do SADPLAN.

Modalidades de Cálculo Acumulado do SADPLAN			
Numerador considerado	Captações acumuladas (CP)	ICr-CP	
	Consumos acumulados (CS)	ICr-CS	
	Consumos acumulados menos lançamentos no trecho (CC)	ICr-CC	
	Captações e diluições acumuladas (DL)	ICr-DL	
Modalidades de Cálculo Incremental do SADPLAN		Aplicação de Prioridade	
Grau da Análise	Quantitativa (QT)	No Trecho	Na Bacia
		Qout-At-QT	Qout-Ab-QT
		IAt- <i>uso</i> -QT	IAb- <i>uso</i> -QT
		IAt-QT	IAb-QT
		QAt-QT	QAb-QT
		QAt- <i>uso</i> -QT	QAb- <i>uso</i> -QT

		QnAt-QT	QnAb-QT
		QnAt- <i>uso</i> -QT	QnAb- <i>uso</i> -QT
		Qrem-At-QT	Qrem-Ab-QT
Qualitativa sem repasse de efluentes não diluídos (DL)		Qout-At-DL	Qout-Ab-DL
		IAt- <i>uso</i> -DL	IAb- <i>uso</i> -DL
		IAt-diluição-DL	IAb-diluição- DL
		IAt-DL	IAb-DL
		QAt-DL	QAb-DL
		QAt- <i>uso</i> -DL	QAb- <i>uso</i> -DL
		QAt-diluição-DL	QAb-diluição- DL
		QnAt-DL	QnAb-DL
		QnAt- <i>uso</i> -DL	QnAb- <i>uso</i> -DL
		QnAt-diluição-DL	QnAb-diluição- DL
		Qrem-At-DL	Qrem-Ab-DL
Qualitativa com repasse de efluentes não diluídos (DD)		Qout-At-DD	Qout-Ab-DD
		IAt- <i>uso</i> -DD	IAb- <i>uso</i> -DD
		IAt-diluição-DD	IAb-diluição- DD
		IAt-DD	IAb-DD
		QAt-DD	QAb-DD
		QAt- <i>uso</i> -DD	QAb- <i>uso</i> -DD
		QAt-diluição-DD	QAb-diluição- DD
		QnAt-DD	QnAb-DD

		QnAt- <i>uso</i> -DD	QnAb- <i>uso</i> -DD
		QnAt-diluicao- DD	QnAb-diluicao- DD
		Qrem-At-DD	Qrem-Ab-DD

As modalidades de cálculo e os resultados de um balanço hídrico superficial estão diretamente envolvidos nas respostas às questões de competência anteriormente formuladas. Todavia, eles dizem respeito não somente ao propósito de modelar o conhecimento aplicado na utilização dos resultados de balanços hídricos superficiais na gestão de recursos hídricos, mas também, num entendimento mais amplo, à própria representação de um balanço hídrico superficial. Por esta razão, tais conceitos serão organizados numa ontologia de domínio do cálculo de balanço hídrico superficial, com o objetivo de responder às seguintes questões de competência:

- Quais as modalidades de cálculo de um balanço hídrico superficial?
- Quais os resultados de uma modalidade de cálculo?
- Qual a modalidade de cálculo de um resultado de balanço hídrico superficial?
- Quais os resultados específicos a um uso dos recursos hídricos?

5.2 CONCEITUALIZAÇÃO

O entendimento acerca das questões de competência que atendem ao objetivo deste trabalho está fundamentado pelos conceitos de “setor usuário de recursos hídricos” e de “usos de recursos hídricos”, além de termos correlatos como “usos consuntivos”, “usos prioritários”, “usos outorgados”, “usos insignificantes”, “diluição de efluentes”, “uso a ser outorgado”, entre outros. Ademais, a afirmação sobre a existência de água suficiente para atender um ou mais usos de recursos hídricos pressupõe um modo dos resultados de um balanço hídrico superficial solucionarem esta questão. Neste ponto, cabe lembrar que o balanço hídrico superficial é calculado para cada trecho hídrico de uma bacia hidrográfica. Assim sendo, os conceitos de “bacia hidrográfica”, “trecho hídrico” e, complementarmente, de “trecho hídrico balanceado” são essenciais à resposta das questões de competência da ontologia que modela o conhecimento estudado.

A partir da organização das informações estabelecida na tabela 4, fica evidente a relevância do conceito de “modalidade de cálculo” e da sua relação com os conceitos de “balanço hídrico superficial” e de “resultado de balanço hídrico superficial” para representação do conhecimento acerca de um balanço hídrico superficial e de seus resultados. Em termos do sistema SADPLAN, reconhece-se a existência de dois tipos de balanços hídricos superficiais, quatro tipos de modalidades de cálculo acumulado, seis modalidades de cálculo incremental, um resultado para cada modalidade de cálculo acumulado, trinta e cinco resultados da modalidade de cálculo incremental quantitativa e trinta e oito resultados da modalidade de cálculo incremental qualitativa. Nestes dois últimos casos, é importante ressaltar a existência de dez resultados distintos relacionados ao “uso”, atribuídos a cada setor usuário de recursos hídricos.

O conjunto de resultados de um balanço hídrico superficial pode ser dividido entre índices e vazões. No caso dos primeiros, o sistema SADPLAN calcula o “índice de atendimento” e o “índice de criticidade”. Em termos das vazões de água, os balanços hídricos do sistema SADPLAN fornecem a “vazão outorgável balanceada”, a “vazão atendida”, a “vazão não atendida” e a “vazão remanescente”, para cada trecho hídrico da bacia hidrográfica.

Os índices calculados por balanços hídricos superficiais são estratégicos para a gestão de recursos hídricos porque são eles que, em primeira instância, norteiam a análise e as decisões tomadas pelos atores – poder público, usuários de recursos hídricos e sociedade – que dela participam. Por esta razão, este trabalho considera uma classificação para estes índices, conforme apresentado na tabela 5.

Tabela 5 - Classificação dos resultados dos balanços hídricos superficiais.

	Classificação
Índice de atendimento	Demanda atendida , quando o valor do índice é igual a 100%
	Demanda não atendida , quando o valor do índice é inferior a 100%.
Índice de criticidade	Situação Normal , quando o valor do índice é menor do que 20%.
	Situação Preocupante , quando o valor do índice está entre 20% (inclusive) e 50%.
	Situação Crítica , quando o valor do índice está entre 50% (inclusive) e 100%.
	Situação Extremamente Crítica , quando o valor

do índice é superior a 100%.

Fonte: Planos Estratégicos de Bacias do Rio Chapecó (2009), do Rio Jacutinga (2009) e do Rio Timbó (2009).

Pautado pelo uso desta classificação de valor para os diferentes índices calculados por balanço hídrico superficial, em todos os trechos hídricos analisados da bacia hidrográfica, o especialista está apto a responder às questões de competência que subsidiam a tomada de decisões na gestão de recursos hídricos, com base na seguinte conjectura:

1. Há água suficiente para todos os usos (inclusive a diluição de efluentes)?

R: A resposta será positiva nos trechos hídricos onde o resultado de ICr-DL for classificado como situação normal apoiado pelo resultado de IAt-DL (análise qualitativa menos restritiva) ou de IAt-DD (análise qualitativa mais restritiva), sendo estes da classe demanda atendida.

2. Há água suficiente para todos os usos (exclusive a diluição de efluentes)?

R: A resposta será positiva nos trechos hídricos onde o resultado de ICr-CP for classificado como situação normal apoiado pelo resultado de IAt-QT, sendo este da classe demanda atendida.

3. Há água suficiente para os usos consuntivos?

R: A resposta será positiva nos trechos hídricos onde o resultado de IAt-uso-QT (análise quantitativa) ou de IAt-uso-DL (análise qualitativa menos restritiva) ou de IAt-uso-DD (análise qualitativa mais restritiva) for da classe demanda atendida, para todos os usos consuntivos.

4. Há água suficiente para os usos prioritários?

R: A resposta será positiva nos trechos hídricos onde o resultado de IAt-uso-QT (análise quantitativa) ou de IAt-uso-DL (análise qualitativa menos restritiva) ou de IAt-uso-DD (análise qualitativa mais restritiva) for da classe demanda atendida, para todos os usos prioritários.

5. Há água suficiente para atender o uso a ser outorgado?

R: A resposta será positiva no trecho hídrico do uso a ser outorgado, com a demanda deste uso já considerada no balanço hídrico,

o resultado de ICr-DL deve estar classificado como situação normal apoiado pelo resultado de IAb-DD que deve ser da classe demanda atendida.

6. O uso a ser outorgado não prejudica usos já outorgados?

R: A resposta será positiva nos trechos hídricos à jusante do uso a ser outorgado, com a demanda deste uso já considerada no balanço hídrico, o resultado de ICr-DL deve estar classificado como situação normal apoiado pelo resultado de IAb-uso-DD que deve ser da classe demanda atendida, para todos os usos outorgados.

7. O uso a ser outorgado não prejudica usos prioritários não outorgados ou insignificantes?

R: A resposta será positiva nos trechos hídricos à jusante do uso a ser outorgado, com a demanda deste uso já considerada no balanço hídrico, o resultado de ICr-DL deve estar classificado como situação normal apoiado pelo resultado de IAb-uso-DD que deve ser da classe demanda atendida, para todos os usos prioritários não outorgados ou insignificantes.

5.3 REUTILIZAÇÃO DE ONTOLOGIAS EXISTENTES

O conjunto de ontologias denominado de SWEET - *Semantic Web for Earth and Environmental Terminology* (NASA, 2011), desenvolvido pela Agência Espacial Americana – NASA, trata de conceitos relacionados à hidrologia, tais como “bacia hidrográfica” (*watershed*, na ontologia realmLandFluvial) e “rio” (*river*, na ontologia realmHydroBody). Todavia, como estes são termos periféricos dentro do escopo deste trabalho, optou-se por embasar os conceitos e termos da ontologia proposta em fontes de informações nacionais como o “Glossário de Termos Hidrológicos” (ANA, 2002) da Agência Nacional de Águas, o “Glossário de Termos Relacionados à Gestão de Recursos Hídricos” (IGAM, 2008) do Instituto Mineiro de Gestão das Águas - IGAM e a “Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais” (CONCAR, 2008) da Comissão Nacional de Cartografia – CONCAR do Exército Brasileiro.

5.4 COMPOSIÇÃO

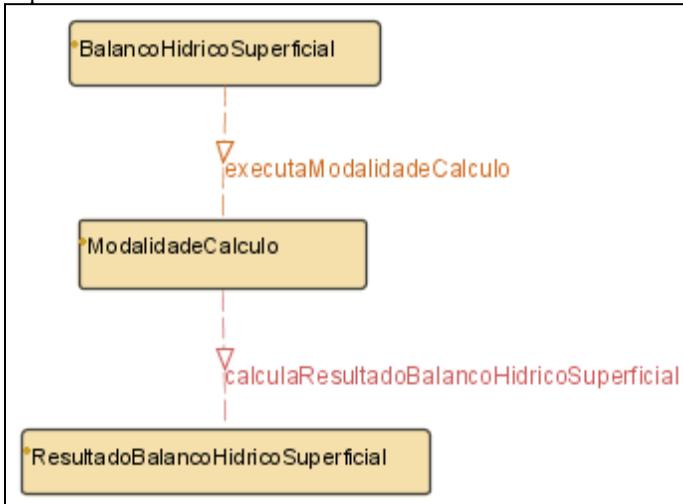
A tarefa de organizar os conceitos e termos elencados na etapa de conceitualização em classes, atributos, relações e/ou instâncias está fortemente atrelada ao grau de comprometimento de cada conceito com os objetivos da ontologia. A especificação do método *Development 101* determina que o modelo do domínio seja suficiente para atender aos propósitos da ontologia, não sendo recomendado incluir conceitos que não auxiliam na solução dos problemas por ela endereçados.

Este trabalho parte da premissa de que as instâncias são elementos externos a uma ontologia. Por outro lado, a valoração dos conceitos de uma ontologia, por meio da criação de instâncias, constitui uma base de conhecimento. Neste sentido, a escolha do formato de classe ou de instância para representar determinado conceito denota o aspecto funcional da ontologia. Da mesma forma, a taxonomia e as relações propostas refletem os mecanismos de resposta às questões de competência que norteiam a construção do modelo de conhecimento.

5.6.1 Composição da Ontologia de Domínio do Cálculo dos Balanços Hídricos Superficiais do sistema SADPLAN

Para compor a ontologia de domínio que exprime o cálculo dos balanços hídricos superficiais do sistema SADPLAN foram reservados os conceitos e relações que contribuem para a resposta às questões de competência formuladas no âmbito desta ontologia. Assim sendo, a tríade formada pelos conceitos de “balanço hídrico superficial” (`BalancoHidricoSuperficial`), “modalidade de cálculo” (`ModalidadeCalculo`) e “resultado do balanço hídrico superficial” (`ResultadoBalancoHidricoSuperficial`) estabelece as classes básicas da ontologia de domínio, conforme ilustra a figura 6.

Figura 6 - Conceitos e relações da ontologia de domínio do cálculo de balanço hídrico superficial



Para representar com exatidão as modalidades de cálculo dos balanços hídricos superficiais suportados pelo sistema SADPLAN, elaborou-se uma base de conhecimento em que estas classes foram especializadas e valoradas, como mostram as figuras 7, 8 e 9.

Figura 7 - Classes e instâncias dos balanços hídricos superficiais do SADPLAN.

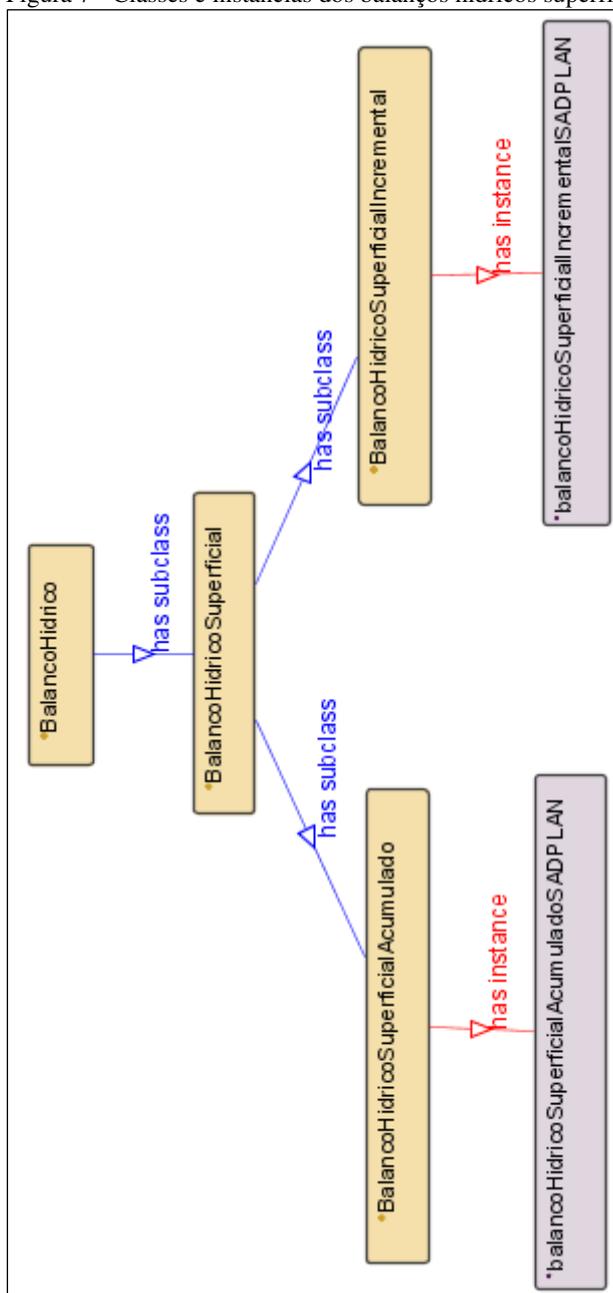


Figura 8 - Classes e instâncias das modalidades de cálculo do SADPLAN.

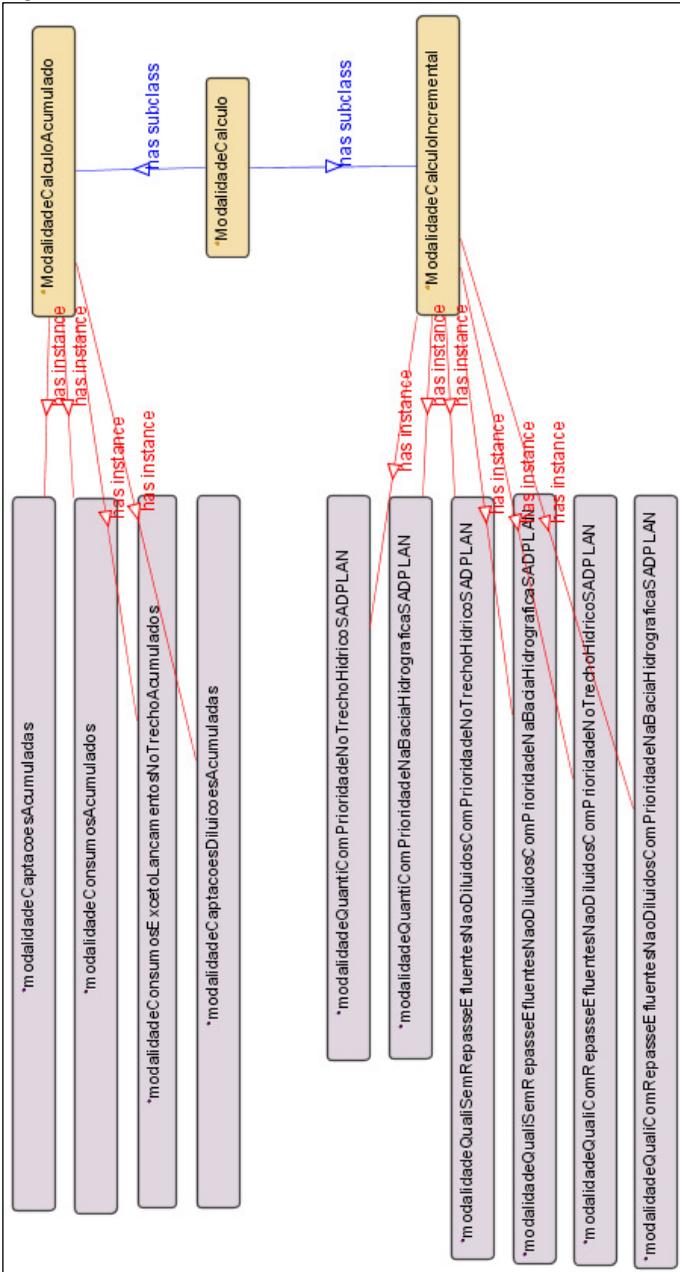
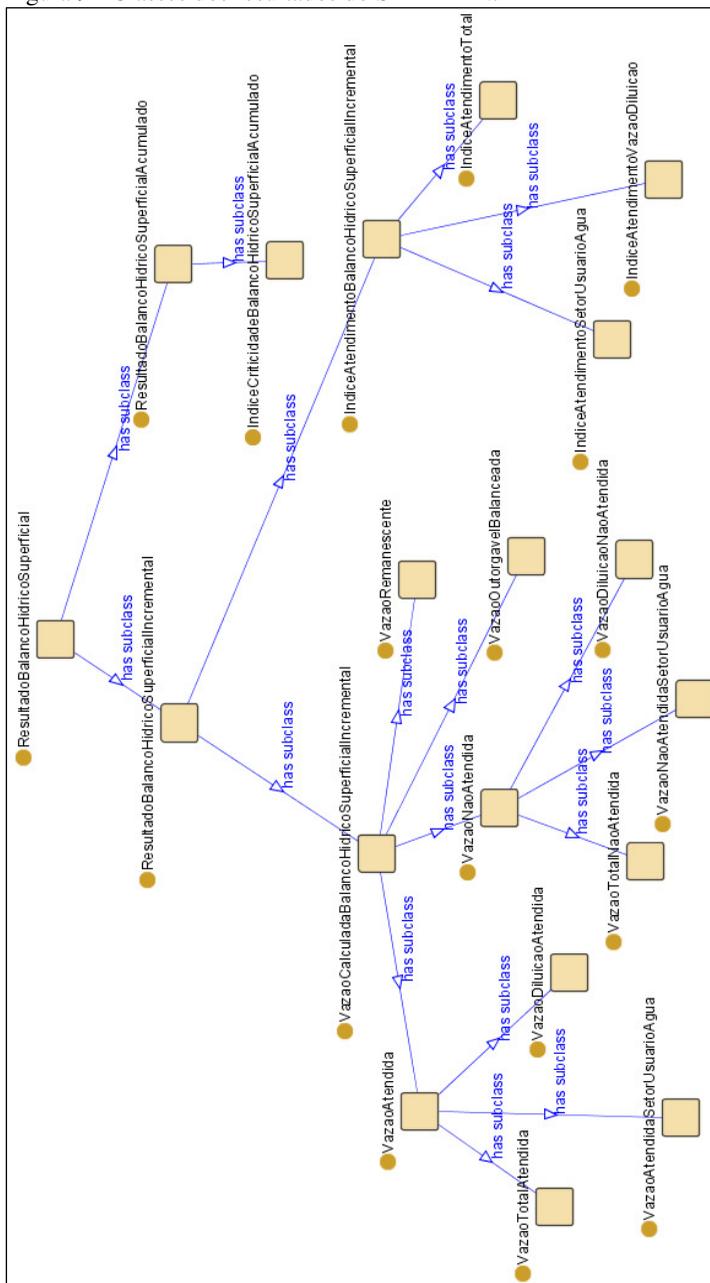
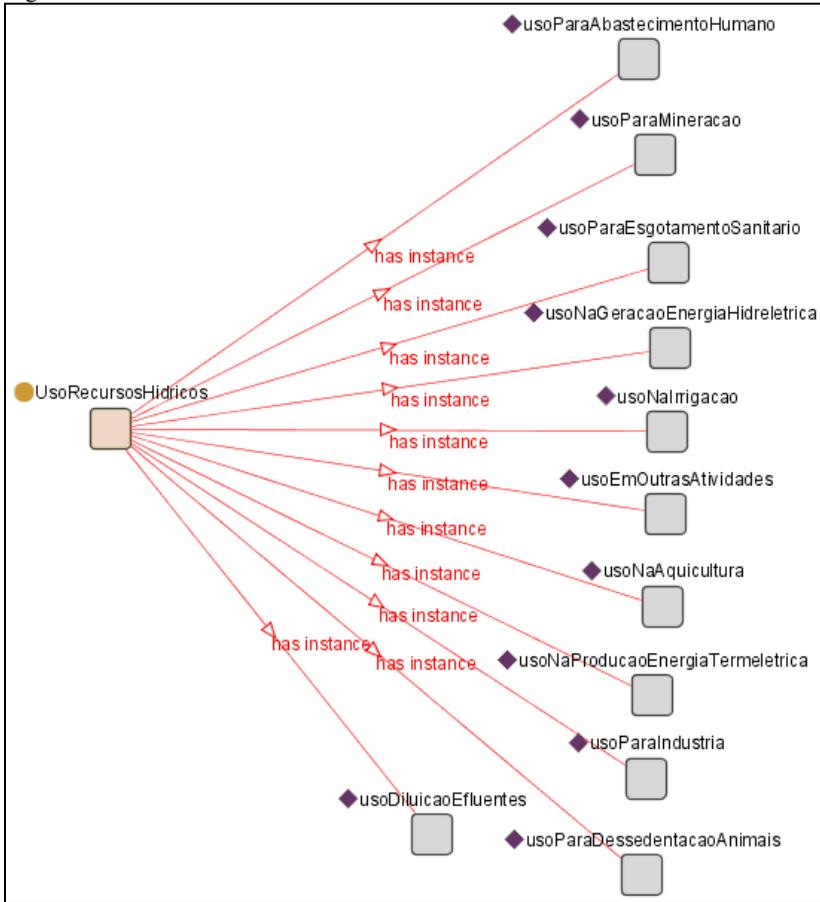


Figura 9 - Classes dos resultados do SADPLAN.



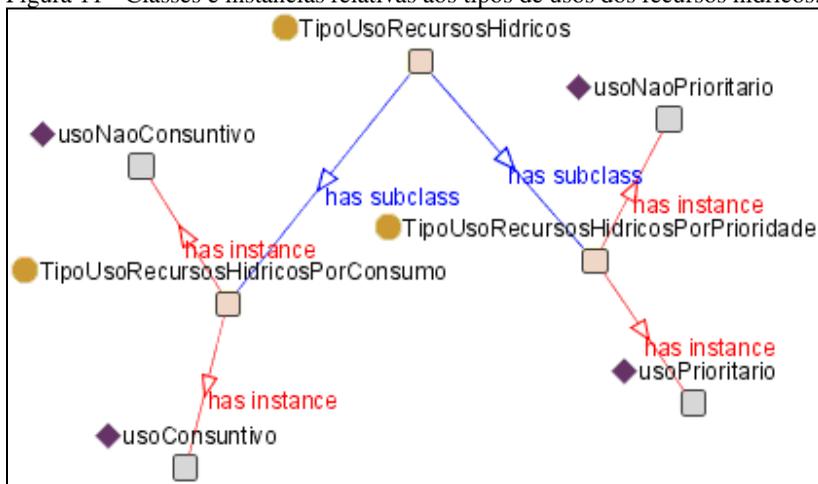
Além disto, o conceito de “uso dos recursos hídricos” que, no escopo deste trabalho, está representado pelos dez setores usuários de água contemplados no CEURH e também pelo uso de diluição de efluentes, é modelado como uma classe nesta ontologia de domínio. Desta forma, os resultados referentes à demanda hídrica de um setor usuário de água podem ser identificados através da relação com cada uma das instâncias desta classe de usos de recursos hídricos. A figura 10 apresenta a classe e as instâncias relativas aos usos de recursos hídricos.

Figura 10- Classes e instâncias relativas aos usos dos recursos hídricos.



Ademais, os usos da água são associados aos tipos “consuntivo” ou “não consuntivo” e “prioritário” ou “não prioritário” que, por sua vez, são expressos por meio de instâncias das classes de “tipo do uso dos recursos hídricos por consumo” (TipoUsoRecursosHidricosPorConsumo) e “tipo do uso dos recursos hídricos por prioridade” (TipoUsoRecursosHidricosPorPrioridade), respectivamente. A figura 11 ilustra esta organização dos conceitos.

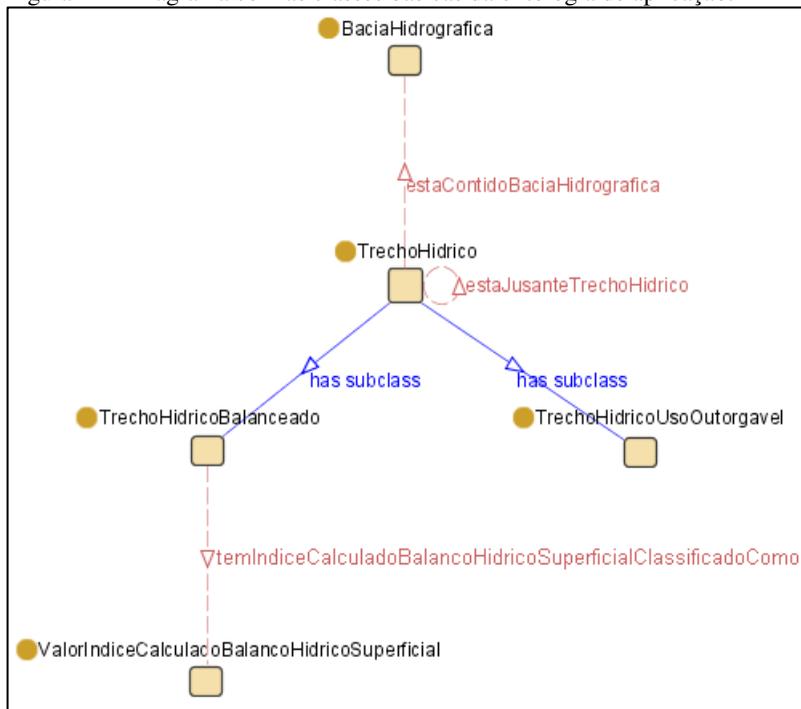
Figura 11 - Classes e instâncias relativas aos tipos de usos dos recursos hídricos.



5.6.2 Composição da Ontologia de Aplicação dos Resultados dos Balanços Hídricos Superficiais do sistema SADPLAN na Gestão de Recursos Hídricos

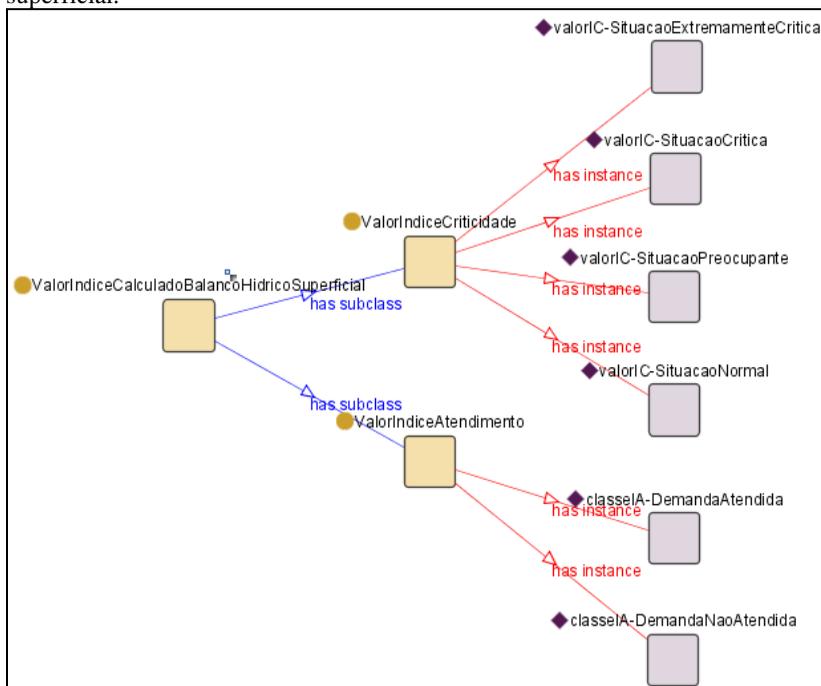
A ontologia que representa a aplicação dos resultados dos balanços hídricos superficiais do SADPLAN na gestão de recursos hídricos é composta pelas classes e instâncias que respaldam as conclusões do especialista acerca de uma bacia hidrográfica, frente a estes resultados. A figura 12 ilustra a relação entre as classes básicas desta ontologia.

Figura 12 – Diagrama com as classes básicas da ontologia de aplicação.



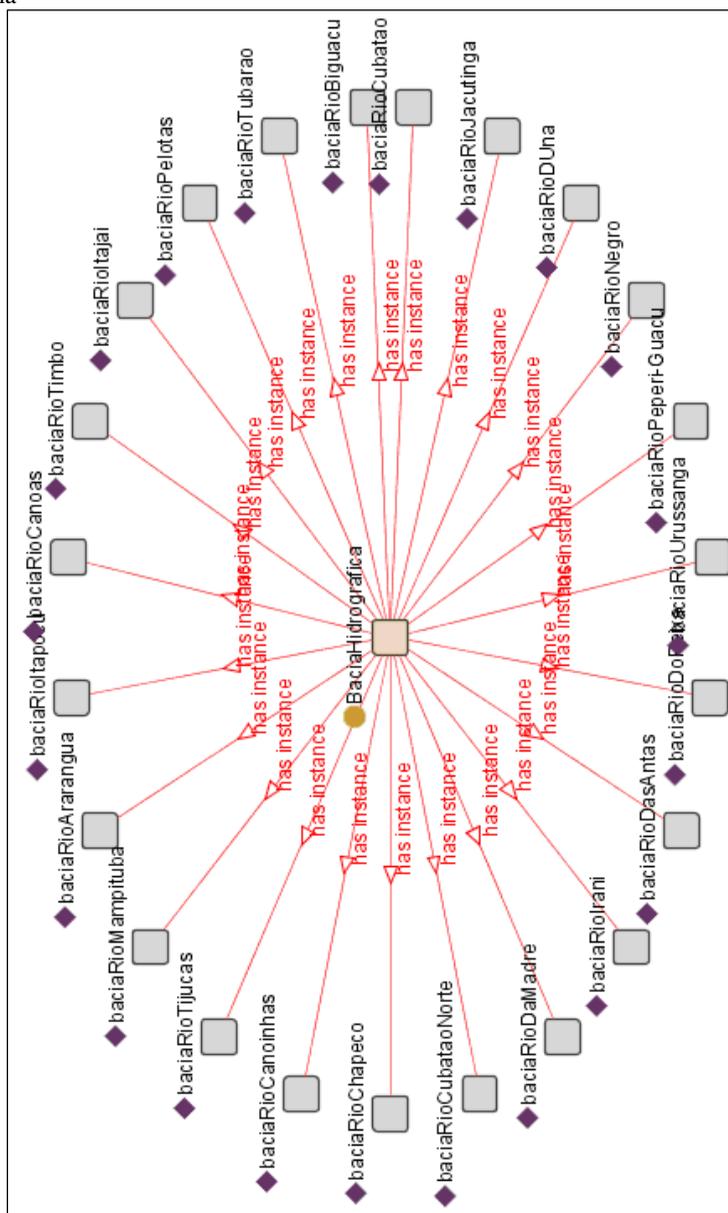
Conforme fora mencionado, o conjunto de resultados de um balanço hídrico superficial pode ser dividido entre índices e vazões. Os índices calculados pelo sistema SADPLAN, ao invés de numéricos, são expressos na ontologia através da classificação apontada na tabela 5. Assim sendo, para representar esta classificação foi criada a classe “valor do índice calculado pelo balanço hídrico superficial” (ValorIndiceCalculadoBalancoHidricoSuperficial) que, por sua vez, está especializada nas classes “valor do índice de criticidade” (ValorIndiceCriticidade) e “valor do índice de atendimento” (ValorIndiceAtendimento). A figura 13 mostra a organização das classes e instâncias que representam estes conceitos.

Figura 13 - Representação ontológica do valor dos índices do balanço hídrico superficial.



Para representar a unidade territorial de cálculo de um balanço hídrico superficial, a ontologia de aplicação contém a classe “trecho hídrico balanceado” (TrechoHidricoBalanceado), que é uma especialização da classe “trecho hídrico” (TrechoHidrico). De acordo com os fundamentos da Lei Federal 9.433, a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação das políticas públicas deste setor. Por esta razão, o modelo de conhecimento proposto representa as vinte e três bacias hidrográficas principais do Estado de Santa Catarina como instâncias da classe “bacia hidrográfica” (BaciaHidrografica), conforme mostra a figura 14.

Figura 14 - Representação ontológica das 23 Bacias Hidrográficas de Santa Catarina



A classe do trecho hídrico balanceado simboliza a caracterização de um trecho hídrico por meio dos resultados do cálculo dos balanços hídricos superficiais do sistema SADPLAN. Por esta razão, esta classe é referência para os conceitos que exprimem o conhecimento acerca do uso dos recursos hídricos em um trecho hídrico superficial da bacia hidrográfica, conforme segue:

- Classe “trecho hídrico com água para todos os usos, exclusive diluição”
(TrechoHidricoComAguaTodosUsosExclusiveDiluicao): trecho hídrico onde a soma das demandas hídricas, exceto a diluição de efluentes, é totalmente atendida pela disponibilidade hídrica no trecho.
- Classe “trecho hídrico com água para todos os usos, inclusive diluição”
(TrechoHidricoComAguaTodosUsosInclusiveDiluicao): trecho hídrico onde a soma das demandas hídricas, inclusive a diluição de efluentes, é totalmente atendida pela disponibilidade hídrica no trecho.
- Classe “trecho hídrico com água para usos consuntivos”
(TrechoHidricoComAguaUsosConsuntivos): trecho hídrico onde a soma das demandas hídricas relativa aos usos consuntivos é totalmente atendida pela disponibilidade hídrica no trecho.
- Classe “trecho hídrico com água para usos prioritários”
(TrechoHidricoComAguaUsosPrioritarios): trecho hídrico onde a soma das demandas hídricas relativa aos usos prioritários é totalmente atendida pela disponibilidade hídrica no trecho. De acordo com a Lei 9.433, os usos prioritários são o abastecimento humano e a dessedentação de animais.
- Classe “trecho hídrico com água para uso pretendido”
(TrechoHidricoComAguaUsoPretendido): trecho hídrico onde está localizado o uso de recursos hídricos pretendido, sendo que este uso pode ser totalmente atendido pela disponibilidade hídrica no trecho.
- Classe “trecho hídrico onde uso pretendido prejudica usos insignificantes”
(TrechoHidricoOndeUsoPretendidoPrejudicaUsosInsignificantes): trecho hídrico à jusante do uso de recursos hídricos pretendido onde, pelo menos, um uso insignificante deixou de

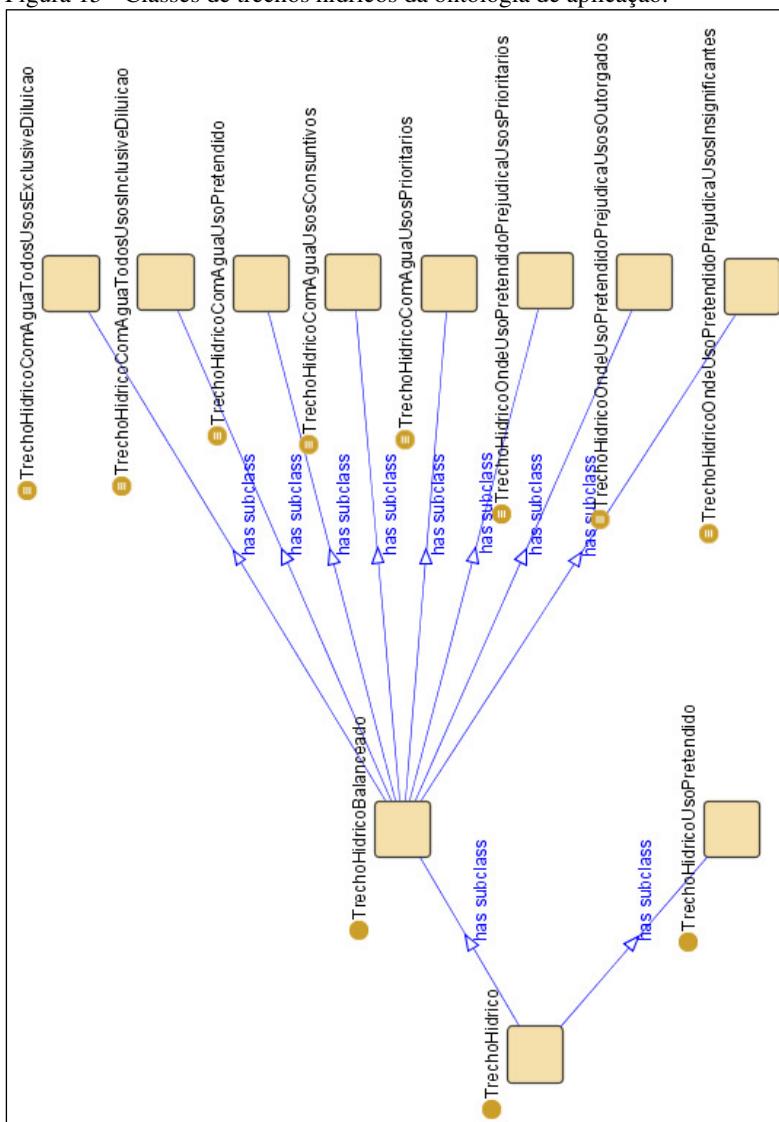
ter sua demanda hídrica atendida em função da interferência hídrica causada pelo uso pretendido.

- Classe “trecho hídrico onde uso pretendido prejudica usos outorgados”
(TrechoHidricoOndeUsoPretendidoPrejudicaUsosOutorgados): trecho hídrico à jusante do uso de recursos hídricos pretendido onde, pelo menos, um uso outorgado deixou de ter sua demanda hídrica atendida em função da interferência hídrica causada pelo uso pretendido.
- Classe “trecho hídrico onde uso pretendido prejudica usos prioritários”
(TrechoHidricoOndeUsoPretendidoPrejudicaUsosPrioritarios): trecho hídrico à jusante do uso de recursos hídricos pretendido onde, pelo menos, um uso outorgado deixou de ter sua demanda hídrica atendida em função da interferência hídrica causada pelo uso pretendido.

As questões de competência da ontologia de aplicação são respondidas por restrições necessárias à realização dos trechos hídricos balanceados, de acordo com inferências que atestam as condições atribuídas a cada uma destas sub-classes. E esta realização é feita com base nas instâncias que representam os indicadores calculados pelos balanços hídricos superficiais do sistema SADPLAN, em concordância com a base de conhecimento construída sobre a ontologia de domínio do cálculo de balanços hídricos superficiais.

A representação das classes e sub-classes de trechos hídricos, que é o ponto central da ontologia de aplicação proposta, está expressa na figura 15.

Figura 15 - Classes de trechos hídricos da ontologia de aplicação.



A correlação entre as subclasses de trechos hídricos balanceados e os resultados oferecidos pelo sistema SADPLAN, sejam estes oriundos do cálculo de balanços hídricos superficiais, sejam em função da estrutura da malha hídrica, como é o caso da propriedade “Está à jusante de”, está expressa na tabela 6, de acordo com as conjecturas apresentadas nas páginas 91 e 92.

Tabela 6 - Informações extraídas dos resultados do SADPLAN

SubClasse do Trecho Hídrico	Propriedade	Resultado da Propriedade
Trecho hídrico com água para todos os usos exclusive diluição de efluentes	IAt-QT	Demanda Atendida
	ICr-CP	Situação Normal
Trecho hídrico com água para todos os usos inclusive diluição de efluentes	IAt-DD	Demanda Atendida
	ICr-DL	Situação Normal
Trecho hídrico com água para uso pretendido	IAb-DD	Demanda Atendida
	IAb-usoPretendido-DD	Demanda Atendida
	ICr-DL	Situação Normal
Trecho hídrico com água para usos consuntivos	IAt-usosConsuntivos-QT	Demanda Atendida
Trecho hídrico com água para usos prioritários	IAt-usosPrioritarios-QT	Demanda Atendida
Trecho hídrico onde uso pretendido prejudica usos insignificantes	Está à jusante de	Trecho hídrico do uso pretendido
	IAb-usosInsignificantes-DD	Demanda não Atendida
Trecho hídrico onde uso pretendido prejudica usos outorgados	Está à jusante de	Trecho hídrico do uso pretendido
	IAb-usosOutorgados-DD	Demanda não Atendida
Trecho hídrico onde uso pretendido prejudica usos prioritários	Está à jusante de	Trecho hídrico do uso pretendido
	IAb-usosPrioritarios-DD	Demanda não Atendida

O modelo de conhecimento proposto pode ser facilmente ampliado através da inclusão de novas classes especializadas de um trecho hídrico balanceado (TrechoHidricoBalanceado) que enderecem

uma abordagem complementar útil à gestão de recursos hídricos. Além disto, as condições que atestam a pertinência de um trecho hídrico balanceado em um ou mais de suas classes especializadas estabelecem, com nitidez, a forma como os resultados de um balanço hídrico superficial são utilizados para aferir o conhecimento acerca de uma bacia hidrográfica.

5.5 CODIFICAÇÃO

Para a codificação das ontologias elaboradas neste trabalho foram utilizadas as ferramentas NeOn Toolkit (NEON, 2010) versão 2.3.2 e Protégé (PROTÉGÉ, 2010) versão 3.3.1. A ontologia de domínio do cálculo de balanço hídrico superficial foi construída com base na linguagem OWL Lite, que é um subconjunto da linguagem OWL DL e suporta os requisitos mínimos para construção de uma hierarquia de classes: definição de subclasses e de propriedades (W3C, 2004-a). A ontologia de aplicação dos resultados de um balanço hídrico superficial na gestão de recursos hídricos foi construída através da linguagem OWL DL, a fim de garantir maior expressividade aos conceitos relativos à tomada de decisão.

A classificação dos conceitos da ontologia de domínio está baseada na taxonomia e nas propriedades de objeto que representam a relação entre instâncias de classes distintas.

As classes que respondem às questões de competência da ontologia de aplicação são caracterizadas por restrições que relacionam os resultados calculados pelo sistema SADPLAN à classificação de índices apontada na tabela 5.

No escopo deste trabalho, uma limitação significativa da linguagem OWL padrão foi a inexistência de suporte às restrições de intervalos numéricos (“menor que”, “menor ou igual que”, “maior que”, “maior ou igual que”). Estas restrições seriam aplicadas para inferir, a partir do valor de um índice resultante do balanço hídrico, a sua respectiva classe de valor, com base na tabela de classificação apontada na tabela 5. De acordo com a documentação do sistema Protégé (PROTÉGÉ, 2011), esta limitação pode ser contornada através da definição de *datatypes*, por intermédio da especificação XML *Schema* (W3C, 2004-b). Todavia, como *datatypes* definidos por usuários não fazem parte da sintaxe padrão da linguagem OWL, optou-se por condicionar a solução dos intervalos numéricos ao próprio sistema de cálculo de balanços hídricos superficiais. Assim sendo, os índices

calculados pelo sistema SADPLAN, ao invés de numéricos, são diretamente expressos, na base de conhecimento, através da classificação apontada na tabela 5.

O resultado da codificação das ontologias de domínio e de aplicação, e das instâncias criadas nas respectivas bases de conhecimento, é apresentado no ANEXO A – CÓDIGO FONTE DAS ONTOLOGIAS.

5.6 AVALIAÇÃO

A fase de avaliação das ontologias de domínio e de aplicação previamente construídas tem como objetivo a verificação do atendimento às respectivas questões de competências formuladas. Para alcançar este objetivo foram utilizados os seguintes recursos computacionais:

- Plugin SPARQL para Neon, versão 0.9.3, para responder às questões de competência da ontologia de domínio do cálculo do balanço hídrico, através da pesquisa por instâncias que atendem à tripla “classe / relação / classe”;
- Plugin OWL-DL Individuals Tab do Protégé 3.3.1 em conjunto com o reasoner Pellet (PELLET, 2011) versão 2.3.0, para responder às questões de competência da ontologia de aplicação, através da operação de realização dos trechos hídricos balanceados nas respectivas sub-classes de interesse.

5.6.1 Avaliação da Ontologia de Domínio do Cálculo de Balanços Hídricos Superficiais

As questões de competência da ontologia de domínio do cálculo de balanços hídricos superficiais foram traduzidas para os elementos da ontologia da seguinte forma:

Q.C.1: Quais as modalidades de cálculo de um balanço hídrico superficial?

Quais instâncias da classe “ModalidadeCalculo” têm a propriedade de objeto “ehExecutadaPorBalancoHidricoSuperficial” relacionada às instâncias (das sub-classes) da classe “BalancoHidricoSuperficial”?

Consulta SPARQL:

```

PREFIX :
<http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#
>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX owl2: <http://www.w3.org/2006/12/owl2#>
PREFIX pl: <http://www.owl-ontologies.com/assert.owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>

SELECT ?balanco ?modalidade
WHERE { ?classeBalanco rdfs:subClassOf
:BalancoHidricoSuperficial .
        ?balanco rdf:type ?classeBalanco .
        ?modalidade
:ehExecutadaPorBalancoHidricoSuperficial ?balanco
}

```

Q.C.2: Quais os resultados de uma modalidade de cálculo?

Quais instâncias da classe “ResultadoBalancoHidricoSuperficial” têm a propriedade de objeto “ehCalculadoPorModalidadeCalculo” relacionada às instâncias (das sub-classes) da classe “ModalidadeCalculo”?

Consulta SPARQL:

```

PREFIX :
<http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#
>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX owl2: <http://www.w3.org/2006/12/owl2#>
PREFIX pl: <http://www.owl-ontologies.com/assert.owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>

SELECT ?modalidade ?resultado
WHERE { ?classeModalidade rdfs:subClassOf
:ModalidadeCalculo .
        ?modalidade rdf:type ?classeModalidade .
        ?resultado :ehCalculadoPorModalidadeCalculo
?modalidade
}

```

Q.C.3: Qual a modalidade de cálculo de um resultado de balanço hídrico superficial?

Quais instâncias da classe “ModalidadeCalculo” têm a propriedade de objeto

“calculaResultadoBalancoHidricoSuperficial” para determinada instância (de uma sub-classe) da classe “ResultadoBalancoHidricoSuperficial”?

Consulta SPARQL (para IAt-OT, como exemplo):

```
PREFIX :
<http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#
>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX owl2: <http://www.w3.org/2006/12/owl2#>
PREFIX pl1: <http://www.owl-ontologies.com/assert.owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>

SELECT *
WHERE { :IAt-OT :ehCalculadoPorModalidadeCalculo
?modalidade }
```

Q.C.4: Quais os resultados específicos a um uso dos recursos hídricos? Quais instâncias da classe “ResultadoBalancoHidricoSuperficial” têm a propriedade de objeto “ehResultadoBalancoHidricoSuperficialReferenteUsoRecursosHidricos” para determinada instância da classe “UsoRecursosHidricos”?

Consulta SPARQL (para o uso abastecimento humano, como exemplo):

```
PREFIX :
<http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#
>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX owl2: <http://www.w3.org/2006/12/owl2#>
PREFIX pl1: <http://www.owl-ontologies.com/assert.owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>

SELECT *
WHERE { ?resultado
:ehResultadoBalancoHidricoSuperficialReferenteUsoRecursosHi
dricos :usoParaAbastecimentoHumano }
```

A valoração da ontologia de domínio com os métodos de cálculo de balanço hídrico superficial do sistema SADPLAN possibilitou a verificação prática destas questões de competência. Para exemplificar esta validação, a figura 16 apresenta as respostas à quarta questão (Q.C. 4), formulada para o uso de abastecimento humano.

Figura 16 - Respostas à questão Q.C.4 para o uso de abastecimento humano, considerado prioritário.

Entity Properties SPARQL Query View

Project: Mestrado

Ontology: http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan

Status: evaluating query... done in 47 ms

Load Load and Materialise

```

PREFIX : <http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX owl2: <http://www.w3.org/2006/12/owl2#>
PREFIX p1: <http://www.owl-ontologies.com/assert.owl#>
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>

SELECT *
WHERE { ?resultado :ehResultadoBalancoHidricoSuperficialReferenteUsoRecursosHidricos :usoParaAbastecimentoHumano }

```

Evaluate

resultado

http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#IAb-abp-DL
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#QAb-abp-DD
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#QnAb-abp-QT
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#IAT-abp-QT
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#IAB-abp-QT
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#IAT-abp-DD
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#QnAt-abp-DL
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#IAb-abp-DD
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#QnAb-abp-DL
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#QnAb-abp-DD
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#QAt-abp-DL
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#QAb-abp-QT
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#QnAt-abp-DD
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#QAb-abp-DL
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#QAt-abp-QT
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#IAT-abp-DL
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#QAt-abp-DD
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#QnAt-abp-QT

Na lista das respostas à consulta da Q.C. 4 estão presentes todos os resultados calculados pelo sistema SADPLAN referentes ao setor de abastecimento público. A correlação entre estes resultados e seu respectivo uso da água é feita através da relação “é resultado do balanço hídrico superficial referente a um uso de recursos hídricos” (ehResultadoBalancoHidricoSuperficialReferenteUsoRecursosHidricos) aplicada às instâncias da classe de “resultado do balanço hídrico superficial (ResultadoBalancoHidricoSuperficial). Esta relação é estratégica para estabelecer o modelo conceitual dos resultados que norteiam o entendimento acerca de cada setor usuário de recursos hídricos na bacia hidrográfica.

5.6.2 Avaliação da Ontologia de Aplicação de Balanços Hídricos Superficiais na Gestão de Recursos Hídricos

A validação da ontologia de aplicação do conhecimento alvo deste trabalho depende da criação da base de conhecimento que representa os resultados do cálculo dos balanços hídricos superficiais para os trechos hídricos de uma bacia hidrográfica. Foram então simulados possíveis arranjos de resultados atribuídos a um trecho hídrico balanceado, conforme é apresentado a seguir:

Arranjo 1: Trecho hídrico com todos os índices de atendimento atendidos, com todos os índices de criticidade normais e que não está à jusante do uso pretendido.

Classes inferidas:

- TrechoHidricoComAguaTodosUsosInclusiveDiluicao;
- TrechoHidricoComAguaTodosUsosExclusiveDiluicao;
- TrechoHidricoComAguaUsosPrioritarios;
- TrechoHidricoComAguaUsosConsuntivos.

Arranjo 2: Trecho com todos os índices de atendimento atendidos, exceto os índices de atendimento específicos aos usos prioritários, com todos os índices de criticidade normais, e que está a jusante do uso pretendido.

Classes inferidas:

- TrechoHidricoComAguaUsosConsuntivos;
- TrechoHidricoOndeUsoPretendidoPrejudicaUsosPrioritarios.

Arranjo 3: Trecho hídrico com nenhum índice de atendimento atendido, com todos os índices de criticidade críticos e que está a jusante do uso pretendido.

Classes inferidas:

- TrechoHidricoOndeUsoPretendidoPrejudicaUsosInsignificantes;
- TrechoHidricoOndeUsoPretendidoPrejudicaUsosOutorgados;
- TrechoHidricoOndeUsoPretendidoPrejudicaUsosPrioritarios

Figura 17 - Classes inferidas para exemplificar o segundo arranjo proposto.

The screenshot displays an OWL editor interface. At the top, there is a navigation bar with buttons for 'Name', 'Inferred Types', 'Asserted Types', 'Forms', 'Properties', 'Individuals', and 'Classes'. Below this, the 'Name' field contains 'T1'. The 'Inferred Types' section lists several classes: `TrechoHibrido`, `owl:Thing`, `TrechoHibridoComAguaUsosConsumitivos`, `TrechoHibridoBalanceado`, and `TrechoHibridoOnDeUserOrgavelPrejudicialUsosPrioritarios`. The 'Asserted Types' section lists `TrechoHibridoBalanceado` and `TrechoHibrido [Inferred]`. The 'Asserted Relationships' section is empty.

The main table displays inferred classes for the individual 'T1'. The table has three columns: 'Property', 'Value', and 'Value'. The 'Property' column lists various class names, and the 'Value' column lists the corresponding inferred class names. The 'Value' column is empty for all rows.

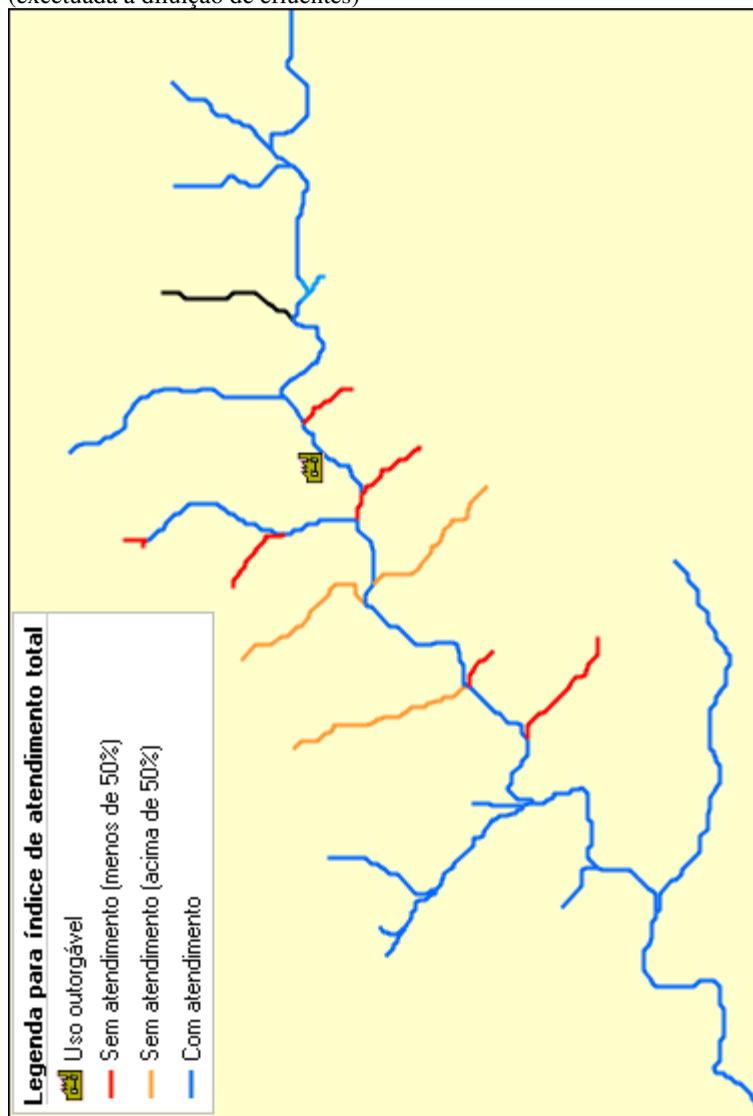
Property	Value	Value
<code>temiAb-usoPrioritario-DDClassificadoComo</code>	<code>classsA-DemandaItoAtendida</code>	
<code>estaJusanteTrechoHibrido</code>	<code>trecho_uso_outorgavel</code>	
<code>temiAb-usoPrioritario-DDClassificadoComo</code>	<code>classsA-DemandaItoAtendida</code>	
<code>temiAb-usoSignificante-DDClassificadoComo</code>	<code>classsA-DemandaAtendida</code>	
<code>temiAb-DDClassificadoComo</code>	<code>classsA-DemandaItoAtendida</code>	
<code>temiAb-usoOutorgavel-DDClassificadoComo</code>	<code>classsA-DemandaAtendida</code>	
<code>temiC-DLClassificadoComo</code>	<code>valorC-SituacaoNormal</code>	
<code>temiAb-DDClassificadoComo</code>	<code>classsA-DemandaItoAtendida</code>	
<code>temiAb-usoOutorgado-DDClassificadoComo</code>	<code>classsA-DemandaAtendida</code>	
<code>temiAb-usoConsumitivo-OTClassificadoComo</code>	<code>classsA-DemandaItoAtendida</code>	
<code>temiC-OTClassificadoComo</code>	<code>valorC-SituacaoNormal</code>	
<code>temiAb-usoPrioritario-DLClassificadoComo</code>	<code>classsA-DemandaItoAtendida</code>	
<code>temiAb-OTClassificadoComo</code>	<code>classsA-DemandaItoAtendida</code>	
<code>temiAb-usoSignificante-OTClassificadoComo</code>	<code>classsA-DemandaAtendida</code>	
<code>temiAb-usoOutorgado-OTClassificadoComo</code>	<code>classsA-DemandaItoAtendida</code>	
<code>temiAb-usoPrioritario-OTClassificadoComo</code>	<code>classsA-DemandaItoAtendida</code>	
<code>temiAb-usoSignificante-OTClassificadoComo</code>	<code>classsA-DemandaAtendida</code>	
<code>temiAb-usoOutorgado-DDClassificadoComo</code>	<code>classsA-DemandaItoAtendida</code>	
<code>temiAb-usoConsumitivo-DDClassificadoComo</code>	<code>classsA-DemandaAtendida</code>	
<code>temiAb-usoConsumitivoClassificadoComo</code>	<code>classsA-DemandaItoAtendida</code>	
<code>temiAb-usoOutorgavel-OTClassificadoComo</code>	<code>classsA-DemandaAtendida</code>	
<code>temiAb-DLClassificadoComo</code>	<code>classsA-DemandaItoAtendida</code>	
<code>temiAb-usoOutorgavel-DLClassificadoComo</code>	<code>classsA-DemandaItoAtendida</code>	
<code>temiAb-usoPrioritario-OTClassificadoComo</code>	<code>classsA-DemandaItoAtendida</code>	
<code>temiC-CCClassificadoComo</code>	<code>valorC-SituacaoNormal</code>	

A figura 17 apresenta as classes inferidas para um trecho hídrico caracterizado pelas propriedades descritas no segundo arranjo proposto. Neste arranjo, os resultados particulares aos usos de recursos hídricos prioritários, ou seja, aos setores de abastecimento humano e de dessedentação de animais, indicam o não atendimento à demanda requerida. Consequentemente, o trecho hídrico balanceado não pôde ser classificado como “trecho hídrico com água para usos prioritários” (TrechoHídricoComAguaUsosPrioritarios) e, em virtude de estar à jusante de um uso pretendido, passa a ser classificado como “trecho hídrico onde uso outorgável prejudica usos prioritários” (TrechoHídricoOndeUsoPretendidoPrejudicaUsosPrioritarios).

Neste capítulo foram relatadas as etapas e respectivos resultados da construção do modelo de conhecimento para o uso de balanços hídricos superficiais no apoio à gestão de recursos hídricos. Para atender plenamente ao objetivo deste trabalho, o modelo de conhecimento foi concebido através da complementação entre duas ontologias distintas: a ontologia de domínio do cálculo de balanços hídricos superficiais e a ontologia de aplicação dos resultados de balanços hídricos superficiais na gestão de recursos hídricos.

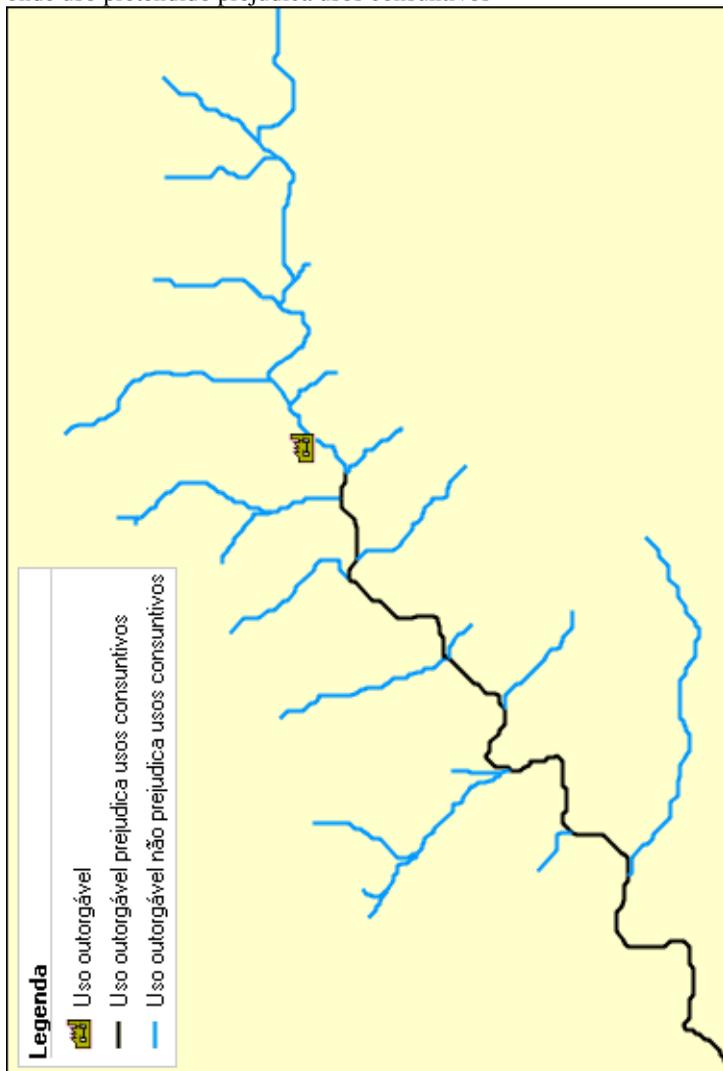
A apropriação deste modelo de conhecimento pelo sistema SADPLAN tem como objetivo tornar aplicáveis todos os conceitos representados nas ontologias de domínio e de aplicação construídas. Em termos práticos, as classes relativas a trechos hídricos, apresentadas na figura 15, serão os mais presentes no cotidiano dos profissionais responsáveis pela gestão de recursos hídricos. Desta forma, o entendimento acerca da situação de uma bacia hidrográfica, antes realizado através da análise de um resultado particular dos balanços hídricos superficiais, segundo atesta a figura 18, passa a ser efetuado através da conceitualização de trechos hídricos aferida com o auxílio da ontologia de aplicação proposta, conforme está exemplificado pela figura 19.

Figura 18 - Trechos hídricos estilizados conforme índice de atendimento total (excetuada a diluição de efluentes)



Fonte: Sistema SADPLAN / SDS (adaptado do mapa de resultados da Bacia do Rio Jacutinga).

Figura 19 - Trechos hídricos estilizados conforme conceito de trecho hídrico onde uso pretendido prejudica usos consuntivos



Fonte: Sistema SADPLAN / SDS (adaptado do mapa de resultados da Bacia do Rio Jacutinga).

A comparação entre as situações apresentadas pelas figuras 18 e 19 aponta para a facilitação da análise sistêmica dos usos múltiplos de recursos hídricos em uma bacia hidrográfica. Isto se deve ao fato de que a abordagem conceitual (figura 19) exprime com maior clareza a realidade que interessa à gestão de recursos hídricos. Em contrapartida, a análise realizada através de um valor em particular, no caso o índice de atendimento sem a demanda da diluição de efluentes (figura 18), representa uma visão parcial e sem vínculos diretos com as questões que norteiam as decisões a serem tomadas pelo gestor de recursos hídricos.

Assim sendo, a ontologia de aplicação construída neste trabalho permite que o conhecimento do especialista seja implicitamente disseminado por meio da semântica de cada um dos conceitos inferidos através da sua base de conhecimento. Conseqüentemente, estes conceitos incrementam a gestão de recursos hídricos, uma vez que auxiliam o especialista a entender a bacia hidrográfica e a agir em prol da sua sustentabilidade.

6 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho apresenta um modelo para representação e disseminação do conhecimento do especialista em gestão de recursos hídricos que utiliza os resultados de balanços hídricos superficiais para subsidiar a tomada de decisão e as ações do poder público em prol dos múltiplos usos e da preservação dos recursos hídricos. Tal modelo foi elaborado por meio das técnicas e métodos da Engenharia do Conhecimento e, especificamente, através da construção de ontologias que, de acordo com Gruber (1993) estabelecem as bases de representação de modelos do mundo e do compartilhamento do conhecimento.

A definição do escopo da ontologia foi uma etapa fundamental à elaboração do modelo do conhecimento proposto nesta dissertação porque permitiu reconhecer, dentre os conhecimentos envolvidos no trabalho de um especialista em gestão de recursos hídricos, aqueles relacionados direta ou indiretamente ao uso de balanços hídricos superficiais na gestão deste recurso natural. Desta forma foi possível categorizar os conhecimentos relevantes e também determinar o grau de detalhamento pretendido para representar cada categoria. Como conseqüências deste processo, foram identificados possíveis tipos de ontologias a serem construídos e, principalmente, parte das questões de competência a serem respondidas pelo modelo de conhecimento.

O primeiro ciclo de conceitualização da ontologia foi a fase mais crítica de todo o processo de sua elaboração. Neste ponto, a preparação de um glossário de termos para uma ontologia de domínio da gestão de recursos hídricos mostrou-se um procedimento inócuo frente aos objetivos traçados para este trabalho. Tal fato levou à descontinuidade desta ontologia de domínio e ampliou a percepção de que o entendimento sobre o cálculo dos balanços hídricos superficiais seria crucial para a construção do modelo de conhecimento proposto. A partir desta constatação foi elaborada uma ontologia de domínio do cálculo de balanços hídricos superficiais para servir de modelo à base do conhecimento acerca dos balanços hídricos calculados pelo sistema SADPLAN. Esta ontologia de domínio facilitou a identificação dos conceitos e termos e, posteriormente, das classes e relações da ontologia de aplicação dos balanços hídricos superficiais no apoio à gestão de recursos hídricos.

Uma importante contribuição deste trabalho à gestão de recursos hídricos é a flexibilidade operacional obtida através da utilização do modelo proposto, uma vez que o conhecimento do

especialista pode ser facilmente ajustado sem que haja a necessidade de alterar o sistema de cálculo dos balanços hídricos superficiais. Assim sendo, há uma nítida distinção entre a fonte das informações que, no âmbito deste estudo, é o sistema SADPLAN, e o modelo de conhecimento adotado. Ademais, a representação formal do conhecimento reflete, com clareza, a contribuição de cada informação na construção do conhecimento a respeito de uma bacia hidrográfica.

Além disto, um modelo de conhecimento voltado à gestão de recursos hídricos pode unificar o entendimento acerca das variáveis e conceitos envolvidos na tomada de decisões relativa ao múltiplo uso das águas. Desta forma, a gestão participativa dos recursos hídricos, recomendada nos Princípios de Dublin e regulamentada por leis no Brasil, pode ser impulsionada através da disseminação e do aprimoramento do conhecimento envolvido na gestão deste bem natural. Neste sentido, a ontologia de domínio do cálculo de balanços hídricos superficiais formaliza a relação entre um método de cálculo e os resultados obtidos e, conseqüentemente, possibilita a representação de métodos afins, que podem enriquecer a análise técnica de uma bacia hidrográfica. Outrossim, a ontologia de aplicação dos balanços hídricos superficiais na gestão de recursos hídricos trata da representação, formal e explícita, do mecanismo de raciocínio do especialista ao utilizar os resultados de balanços hídricos superficiais para compreender a situação, quantitativa e qualitativa, dos recursos hídricos gerenciados.

Vale salientar que o modelo de conhecimento construído tem potencial para nortear a institucionalização de procedimentos técnicos que envolvam a tomada de decisões na gestão de recursos hídricos, em escala nacional. Neste caso, à ANA, Agência Nacional de Águas, que é o órgão federal responsável pela gestão de recursos hídricos no Brasil, caberia manter uma base centralizada com o histórico de casos, previamente resolvidos, que tenham utilizado resultados de balanços hídricos superficiais na análise e na tomada de decisão sobre o uso de recursos hídricos. E os órgãos gestores estaduais, mediante um novo processo de tomada de decisão, poderiam recorrer à ANA em busca de casos semelhantes ao processo que queiram resolver. Os casos com alto grau de proximidade ao processo analisado podem ser tomados como referência. E as inferências que nortearam a decisão destes casos podem ser reaproveitadas, na forma de jurisprudência. Em termos práticos, e de forma simplificada, a afirmação “trecho hídrico com água para o uso pretendido”, obtida como justificativa para deferência em um caso catalogado, por exemplo, pode conduzir à solução de processos afins. A formalização deste conhecimento por meio de instâncias da base de

conhecimento modelada através das ontologias construídas neste trabalho viabiliza a realização de consultas computacionais com potencial para esclarecer a origem das informações que subsidiaram uma decisão, ou seja, apontar a modalidade de cálculo de balanço hídrico superficial e os resultados que compõem a lógica das afirmações que conduziram à conclusão de um processo de tomada de decisão. Sempre que o órgão gestor estadual puder utilizar a mesma modalidade de cálculo de balanço hídrico superficial, ele terá condições de reproduzir o raciocínio utilizado num caso considerado de referência.

A relevância do modelo de conhecimento construído induz ao desenvolvimento de bases de conhecimento que podem complementar o conhecimento organizacional de um ente público responsável pela gestão de recursos hídricos. Portanto, para trabalhos futuros sugere-se a elaboração de modelos que representem o conhecimento acerca das políticas públicas relacionadas à gestão de recursos hídricos ou que expressem o conhecimento relativo à gestão de águas subterrâneas.

Em termos dos agentes computacionais da Engenharia do Conhecimento, entende-se como necessário o desenvolvimento de sistemas especialistas capazes de extrair, da base de conhecimento formada pelos resultados de balanços hídricos superficiais, as decisões mais apropriadas à gestão de recursos hídricos, a partir de técnicas como a de Raciocínio Baseado em Casos (RBC), Redes Neurais Artificiais, Agentes Inteligentes, entre outros. Além disto, em virtude do arranjo recursivo da malha hídrica de uma bacia hidrográfica, sugere-se a realização de pesquisas acerca de uma linguagem procedural, complementar à SPARQL, que possa ser utilizada para ampliar o alcance dos mecanismos de inferência para a ontologia proposta.

REFERÊNCIAS

ACKLAND, R. et al. *Semantic Service Integration for Water Resource Management*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2005.

ALMEIDA, B. M.; BAX, M. P. **Uma visão geral sobre ontologias:** pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção. *Ci. Inf.*, Brasília, v. 32, n.3, p.7-20, 2003.

ANA. **Glossário de Termos Hidrológicos**. Agência Nacional de Águas (ANA) - Superintendência de Informações Hidrológicas (SIH). Brasília. Versão 2.0.1. 2002.

ANA. **Implementação do enquadramento em bacias hidrográficas no Brasil; Sistema nacional de informações sobre recursos hídricos – Snirh no Brasil:** arquitetura computacional e sistêmica. Agência Nacional de Águas, Brasília. 2009.

BAYLEY, A.; STRANGE T. *Sustainable Development: linking economy, society, environment*. OECD Insights. 2008. Disponível em <http://www.oecd.org/dataoecd/40/7/41774407.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2010.

BENJAMINS, R. V. et al. *Knowledge Management through Ontologies. Proceedings of the 2nd International Conference on Practical Aspects of Knowledge Management*. Basel, Suíça. 1998.

BIXLER, C. H. *Developing a Foundation for a Successful Knowledge Management System*. Em: *Creating the Discipline of Knowledge Management*. Elsevier Inc. 2005.

BUITELAAR, P.; CIMIANO, P. *Bridging the Gap from Text to Knowledge*. Ebook-Ios Press. 2008.

CALHOUN, M. A.; STARBUCK, W. H. *Barriers to Creating Knowledge*. In: *The Blackwell handbook of organizational learning and knowledge management*. Cap. 24. p. 473-492. 2003.

CONCAR. **Especificação Técnica para Estruturação de Dados Geoespaciais Vetoriais**. Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro. Versão 2.1, 2008.

CORCHO, O. et al. ***Building legal ontologies with METHONTOLOGY and WebODE***. Em: *Proceedings of Law and the Semantic Web*. 2003.

DALY, H. ***Boundless bull***. In: LAMAY, Craig L. & DENNIS, Everette E. (eds). *Media and the environment*. Washington, Island Press, 149-155, 1991. Disponível em: <http://www.fs.fed.us/eco/eco-watch/ew910508>. Acesso em: 26 mai. 2010.

DRH/SEMA. **Consolidação do Conhecimento sobre os Recursos Hídricos da Bacia do Rio Pardo e Elaboração do Programa de Ações da Sub-Bacia do Rio Pardinho**. Porto Alegre, outubro de 2005.

DRUCKER, P. F. **Administrando em Tempos de Grandes Mudanças**. Tradução de Nivaldo Montingelli Jr. São Paulo: Pioneira Thomson Learning. 1995.

ENGEORPS; TETRAPLAN; LACAZ MARTINS. **Regionalização de Vazões das Bacias Hidrográficas Estaduais do Estado de Santa Catarina**. Volume 1. Santa Catarina. Fevereiro, 2006.

FERNÁNDEZ, M.; GÓMEZ-PÉREZ, A.; JURISTO, N. ***METHONTOLOGY: From Ontological Art Towards Ontological Engineering***. Universidad Politécnica de Madrid. AAAI Technical Report SS-97-06, 1997. Disponível em <http://www.aaai.org/Papers/Symposia/Spring/1997/SS-97-06/SS97-06-005.pdf>.

GENESERETH, M. R.; NILSSON, N. J. ***Logical Foundation of Artificial Intelligence***. Morgan Kaufmann, Los Altos, California. 1987.

GÓMEZ-PÉREZ, A.; BENJAMINS, V. R. ***Overview of knowledge sharing and reuse components: ontologies and problem-solving methods***. Em: *Proceedings of the Workshop on Ontologies and Problem-solving Methods*, Estocolmo, Suécia. 1999.

GÓMEZ-PÉREZ, A.; CORCHO, O. ***Ontology Languages for the Semantic Web***. *IEEE Intelligent Systems*, vol. 17, n. 1, p. 54-60, 2002.

GRUBER, T. R. ***The Acquisition of Strategic Knowledge***. San Diego: Academic press, 1989.

GRUBER, T. R. *Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing*. Palo Alto, CA, Stanford Knowledge Systems Laboratory. 1993.

GRUNINGER, M.; FOX, M. *The Role of Competency Questions in Enterprise Engineering*. Em *IFIP WG5.7 Workshop on Benchmarking – Theory and Practice*. Trondheim, Noruega, 1994. Disponível em <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.11.9054&rep=rep1&type=pdf>.

GUARINO, N. *Formal ontology and information systems*. Em: *Proceedings of the 1st International conference on formal ontologies in information systems*, Trento, Itália. Amsterdã: IOS Press, 1998.

GUARINO, N.; GIARETTA, P. *Ontologies and Knowledge Bases: Towards a Terminological Clarification*. Em: N. Mars (ed.) *Towards Very Large Knowledge Bases: Knowledge Building and Knowledge Sharing*. IOS Press, Amsterdam: 25-32. 1995.

GUARINO, N. *Understanding, Building, and Using Ontologies*. *International Journal of Human and Computer Studies*(46): 293-310. 1997.

IGAM. **Glossário de Termos Relacionados à Gestão de Recursos Hídricos**. I Oficina do Sistema Estadual de Informações sobre Recursos Hídricos. Junho, 2008. Disponível em <http://comites.igam.mg.gov.br/new/images/stories/Pdf/glossario%2Bde%2Brecursos%2Bh%E9dricos%2B04%5B1%5D%5B1%5D.06.pdf>.

KELMAN, J. **Gerenciamento de Recursos Hídricos: Outorga e Cobrança**. Anais do XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Vitória – ES. 1997.

LAYRARGUES, P. P. **Do Ecodesenvolvimento ao Desenvolvimento Sustentável: Evolução de um Conceito?** Proposta, 25 (71), p.05-10. 1997.

MORGAN, G. *Paradigms, Metaphors and Puzzle Solving in Organization Theory*. *Administrative Science Quarterly*. 1980. p. 605-622.

MUÑOZ, H. R. **Interfaces da Gestão de Recursos Hídricos**: desafios da Lei de Águas de 1997. Hector Raúl Muñoz, organizador. 2ª Ed. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 2000.

NEON. **NeON Toolkit**. *NeON Foundation - European Commission's Sixth Framework Programme*. Versão 2.3.2. Maio de 2010.

NEWELL, A. **The Knowledge Level**. (*Presidential address*, AAAI-80). AI magazine, 1-20, 1981.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação de Conhecimento na Empresa**: como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação. Tradução de Ana Beatriz Rodrigues, Priscila Martins Celeste. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

NOY, N. F.; McGUINNESS D. L. **Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology**. *Knowledge Systems Laboratory*. 2001. Disponível em http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology_101-noy-mcguinness.html.

OMG. **Unified Modeling Language**. 2011. Disponível em <http://www.uml.org/>.

ONU. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future**. *UN Documents*. 1987. Disponível em <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>.

OUTORGA. **Site da Outorga de Direito de Uso de Recursos Hídricos do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos de Santa Catarina**. Disponível em <http://www.aguas.sc.gov.br/outorga>. Acesso em: 2010.

PELLET. **Pellet: OWL 2 Reasoner for Java**. Versão 2.3.0. Em <http://clarkparsia.com/pellet/>. Agosto de 2011.

PROTÉGÉ. **Protégé**. *Stanford Medical Informatics*. Versão 3.3.1. Em <http://protege.stanford.edu/>. Janeiro de 2010.

PROTÉGÉ. *User-defined datatypes in protégé-owl*. Documentação online do sistema Protégé. Em <http://protege.stanford.edu/plugins/owl/xsp.html>. Acesso em 2011.

RACER. *Renamed Abox and Concept Expression Reasoner*. Racer Systems GmbH & Co. KG. Versão 2.0. Em <http://www.sts.tu-harburg.de/~r.f.moeller/racer/>. Julho de 2011.

RAUTENBERG, S. **Modelo de conhecimento para mapeamento de Instrumentos da gestão do conhecimento e de agentes computacionais da engenharia do conhecimento baseado em ontologias**. Tese, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009.

RICHARDSON, R.J. **Pesquisa social: Métodos e técnicas**. São Paulo. Editora Atlas, 1999.

SANTA CATARINA. **Coletânea de Legislação de Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina**. 2 ed. Santa Catarina, 2008.

SANTOS, M. F. **Ontologia e Cosmologia: A ciência do ser e a ciência do cosmos**. 4ª edição. Ed. Logos. São Paulo. 1964.

SCHREIBER, G., et al. *Knowledge Engineering and Management: the CommonKADS Methodology*. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, p.4, 2002.

SDS / CHAPECÓ. **Plano Estratégico de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Chapecó**. Etapa B. Volume I. Setembro de 2009. Disponível em <http://www.aguas.sc.gov.br/sirhsc/baixararquivo.jsp?id=439&NomeArquivo=Relat%F3rio%20Plano%20Estrat%20E9gico%20Bacia%20Chapec%20-%20Etapa%20B.pdf>.

SDS / JACUTINGA. **Plano Estratégico de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga**. Etapa B. Volume I. Setembro de 2009. Disponível em <http://www.aguas.sc.gov.br/sirhsc/baixararquivo.jsp?id=435&NomeArquivo=Relatt%F3rio%20Plano%20Estrat%20E9gico%20Bacia%20Jacutinga%20-%20Etapa%20B.pdf>.

SDS / TIMBÓ. **Plano Estratégico de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Timbó**. Etapa B. Volume I. Setembro de 2009. Disponível em <http://www.aguas.sc.gov.br/sirhsc/baixararquivo.jsp?id=444&NomeArquivo=Relat%F3rio%20Plano%20Estrat%20E9gico%20Bacia%20Timb%F3%20-%20Etapa%20B.pdf>.

SIRHESC. **Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos de Santa Catarina**. Disponível em <http://www.aguas.sc.gov.br>. Acesso em: 2010.

STUDER, R et al. **Knowledge Engineering: Principles and Methods. Data and Knowledge Engineering**. 1998. Disponível em <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.41.1007&rep=rep1&type=pdf>.

NASA. **Semantic Web for Earth and Environmental Terminology (SWEET)**. Versão 2.2. Jet Propulsion Laboratory. California Institute of Technology. NASA. Atualização de 27/06/2011. Disponível em <http://sweet.jpl.nasa.gov/ontology/>.

USCHOLD, M.; GRUNINGER, M. **Ontologies: principles, methods and applications**. *Knowledge Engineering Review*, v. 11, n. 2, 1996.

VILAÇA, M.L.C. **Pesquisa e ensino: considerações e reflexões**. Escrita Revista do Curso de Letras da UNIABEU. Nilópolis, v.I, Número2, ISSN 2177-6288. Mai.-Ago.2010.

WMO. **The Dublin Statement on Water and Sustainable Development**. *World Meteorological Organization*. Acessado em dezembro de 2011. Disponível em <http://www.wmo.int/pages/prog/hwrrp/documents/english/icwedece.html>

W3C. **OWL Web Ontology Language**. *World Wide Web Consortium*. Atualização de 10/02/2004. Disponível em <http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-ref-20040210/>. 2004-a.

W3C. **XML Schema Part 2: Datatypes Second Edition**. *World Wide Web Consortium*. Atualização de 28/10/2004. Disponível em <http://www.w3.org/TR/xmlschema-2/>. 2004-b.

ANEXO A – CÓDIGO FONTE DAS ONTOLOGIAS

ONTOLOGIA DO CÁLCULO DE BALANÇOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

```
<?xml version="1.0"?>

<!DOCTYPE rdf:RDF [
  <!ENTITY owl "http://www.w3.org/2002/07/owl#" >
  <!ENTITY owl2 "http://www.w3.org/2006/12/owl2#" >
  <!ENTITY xsd "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#" >
  <!ENTITY rdfs "http://www.w3.org/2000/01/rdf-
schema#" >
  <!ENTITY pl "http://www.owl-
ontologies.com/assert.owl#" >
  <!ENTITY rdf "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-
syntax-ns#" >
]>

<rdf:RDF
xmlns="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_
sadplan#"

xml:base="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/
bhi_sadplan"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:pl="http://www.owl-
ontologies.com/assert.owl#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#"
  xmlns:owl2="http://www.w3.org/2006/12/owl2#">
  <owl:Ontology
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/
bhi_sadplan"/>

  <!--
  //
  // Annotation properties
  //
  -->

  <owl:AnnotationProperty rdf:about="&rdfs;comment"/>

<!--
```

```

//
// Object Properties
//
-->

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#calculaIndiceAtendimento -->

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#calculaIndiceAtendimento">
    <rdfs:range
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#IndiceAtendimentoBalancoHidricoSuperficialIncremental"/>
    <rdfs:domain
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#ModalidadeCalculoIncremental"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#calculaResultadoBalancoHidricoSuperficial"/>
    </owl:ObjectProperty>

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#calculaIndiceAtendimentoSetorUsuarioAgua -->

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#calculaIndiceAtendimentoSetorUsuarioAgua">
    <rdfs:range
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#IndiceAtendimentoSetorUsuarioAgua"/>
    <rdfs:domain
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#ModalidadeCalculoIncremental"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#calculaIndiceAtendimento"/>
    </owl:ObjectProperty>

```

```
<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#calculaIndiceAtendimentoTotal -->
```

```
    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#calculaIndiceAtendimentoTotal">
        <rdfs:range
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#IndiceAtendimentoTotal"/>
        <rdfs:domain
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#ModalidadeCalculoIncremental"/>
        <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#calculaIndiceAtendimento"/>
    </owl:ObjectProperty>
```

```
<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#calculaIndiceAtendimentoVazaoDiluicao -->
```

```
    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#calculaIndiceAtendimentoVazaoDiluicao">
        <rdfs:range
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#IndiceAtendimentoVazaoDiluicao"/>
        <rdfs:domain
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#ModalidadeCalculoIncremental"/>
        <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#calculaIndiceAtendimento"/>
    </owl:ObjectProperty>
```

```
<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#calculaIndiceCriticidade -->
```

```
    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#calculaIndiceCriticidade">
```

```

    <rdfs:range
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#IndiceCriticidadeBalancoHidricoSuperfici
alAcumulado"/>
    <rdfs:domain
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#ModalidadeCalculoAcumulado"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#calculaResultadoBalancoHidricoSuperficia
l"/>
    </owl:ObjectProperty>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#calculaResultadoBalancoHidricoSuperficial -->

```

```

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#calculaResultadoBalancoHidricoSuperficial">
    <rdfs:domain
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#ModalidadeCalculo"/>
    </owl:ObjectProperty>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#calculaVazaoAtendida -->

```

```

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#calculaVazaoAtendida">
    <rdfs:domain
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#ModalidadeCalculoIncremental"/>
    <rdfs:range
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#VazaoAtendida"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#calculaResultadoBalancoHidricoSuperficia
l"/>
    </owl:ObjectProperty>

```

```
<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#calculaVazaoAtendidaSetorUsuarioAgua -->
```

```

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#calculaVazaoAtendidaSetorUsuarioAgua">
    <rdfs:domain
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#ModalidadeCalculoIncremental"/>
    <rdfs:range
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#VazaoAtendidaSetorUsuarioAgua"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#calculaVazaoAtendida"/>
    </owl:ObjectProperty>
```

```
<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#calculaVazaoDiluicaoAtendida -->
```

```

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#calculaVazaoDiluicaoAtendida">
    <rdfs:domain
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#ModalidadeCalculoIncremental"/>
    <rdfs:range
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#VazaoDiluicaoAtendida"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#calculaVazaoAtendida"/>
    </owl:ObjectProperty>
```

```
<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#calculaVazaoDiluicaoNaoAtendida -->
```

```

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#calculaVazaoDiluicaoNaoAtendida">
    <rdfs:domain
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#ModalidadeCalculoIncremental"/>
    <rdfs:range
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#VazaoDiluicaoNaoAtendida"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#calculaVazaoNaoAtendida"/>
    </owl:ObjectProperty>

```

```

<!--

```

```

http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#calculaVazaoNaoAtendida -->

```

```

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#calculaVazaoNaoAtendida">
    <rdfs:domain
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#ModalidadeCalculoIncremental"/>
    <rdfs:range
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#VazaoNaoAtendida"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#calculaResultadoBalancoHidricoSuperficia
l"/>
    </owl:ObjectProperty>

```

```

<!--

```

```

http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#calculaVazaoNaoAtendidaSetorUsuarioAgua -->

```

```

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#calculaVazaoNaoAtendidaSetorUsuarioAgua">
    <rdfs:domain
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#ModalidadeCalculoIncremental"/>

```

```

    <rdfs:range
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#VazaoNaoAtendidaSetorUsuarioAgua"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#calculaVazaoNaoAtendida"/>
    </owl:ObjectProperty>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#calculaVazaoOutorgavelBalanceada -->

```

```

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#calculaVazaoOutorgavelBalanceada">
    <rdfs:domain
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#ModalidadeCalculoIncremental"/>
    <rdfs:range
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#VazaoOutorgavelBalanceada"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#calculaResultadoBalancoHidricoSuperficia
l"/>
    </owl:ObjectProperty>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#calculaVazaoRemanescente -->

```

```

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#calculaVazaoRemanescente">
    <rdfs:domain
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#ModalidadeCalculoIncremental"/>
    <rdfs:range
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#VazaoRemanescente"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#calculaResultadoBalancoHidricoSuperficia
l"/>

```

```
</owl:ObjectProperty>
```

```
<!--
```

```
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#calculaVazaoTotalAtendida -->
```

```
<owl:ObjectProperty
```

```
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#calculaVazaoTotalAtendida">
```

```
<rdfs:domain
```

```
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#ModalidadeCalculoIncremental"/>
```

```
<rdfs:range
```

```
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#VazaoTotalAtendida"/>
```

```
<rdfs:subPropertyOf
```

```
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#calculaVazaoAtendida"/>
```

```
</owl:ObjectProperty>
```

```
<!--
```

```
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#calculaVazaoTotalNaoAtendida -->
```

```
<owl:ObjectProperty
```

```
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#calculaVazaoTotalNaoAtendida">
```

```
<rdfs:domain
```

```
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#ModalidadeCalculoIncremental"/>
```

```
<rdfs:range
```

```
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#VazaoTotalNaoAtendida"/>
```

```
<rdfs:subPropertyOf
```

```
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#calculaVazaoNaoAtendida"/>
```

```
</owl:ObjectProperty>
```

```
<!--
```

```
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#ehCalculadoPorModalidadeCalculo -->
```

```

    <owl:ObjectProperty
      rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#ehCalculadoPorModalidadeCalculo">
      <rdfs:range
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#ModalidadeCalculo"/>
      <rdfs:domain
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#ResultadoBalancoHidricoSuperficial"/>
    </owl:ObjectProperty>

```

```

    <!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#ehExecutadaPorBalancoHidricoSuperficial -->

```

```

    <owl:ObjectProperty
      rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#ehExecutadaPorBalancoHidricoSuperficial">
      <rdfs:range
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#BalancoHidricoSuperficial"/>
      <rdfs:domain
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#ModalidadeCalculo"/>
      <owl:inverseOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#executaModalidadeCalculo"/>
    </owl:ObjectProperty>

```

```

    <!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#ehResultadoBalancoHidricoSuperficialReferenteUsoRecurs
osHidricos -->

```

```

    <owl:ObjectProperty
      rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#ehResultadoBalancoHidricoSuperficialReferen
teUsoRecursosHidricos">
      <rdfs:domain
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#ResultadoBalancoHidricoSuperficial"/>
      <rdfs:range
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#UsoRecursosHidricos"/>

```

```
</owl:ObjectProperty>
```

```
<!--
```

```
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#ehUsoRecursosHidricosPorTipo -->
```

```
<owl:ObjectProperty
```

```
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#ehUsoRecursosHidricosPorTipo">
```

```
<rdfs:domain
```

```
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#UsoRecursosHidricos"/>
```

```
</owl:ObjectProperty>
```

```
<!--
```

```
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#ehUsoRecursosHidricosPorTipoConsumo -->
```

```
<owl:ObjectProperty
```

```
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#ehUsoRecursosHidricosPorTipoConsumo">
```

```
<rdfs:range
```

```
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#TipoUsoRecursosHidricosPorConsumo"/>
```

```
<rdfs:domain
```

```
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#UsoRecursosHidricos"/>
```

```
<rdfs:subPropertyOf
```

```
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#ehUsoRecursosHidricosPorTipo"/>
```

```
</owl:ObjectProperty>
```

```
<!--
```

```
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#ehUsoRecursosHidricosPorTipoPrioridade -->
```

```
<owl:ObjectProperty
```

```
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#ehUsoRecursosHidricosPorTipoPrioridade">
```

```
<rdfs:range
```

```
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#TipoUsoRecursosHidricosPorPrioridade"/>
```

```

    <rdfs:domain
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#UsoRecursosHidricos"/>
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#ehUsoRecursosHidricosPorTipo"/>
    </owl:ObjectProperty>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#executaModalidadeCalculo -->

```

```

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#executaModalidadeCalculo">
    <rdfs:domain
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#BalancoHidricoSuperficial"/>
    <rdfs:range
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#ModalidadeCalculo"/>
    </owl:ObjectProperty>

```

```

<!--
//
// Classes
//
-->

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#BalancoHidrico -->

```

```

    <owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#BalancoHidrico">
    <owl:disjointWith
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#ModalidadeCalculo"/>
    <owl:disjointWith
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#ResultadoBalancoHidricoSuperficial"/>

```

```

    <owl:disjointWith
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#TipoUsoRecursosHidricos"/>
    <owl:disjointWith
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#UsoRecursosHidricos"/>
    <rdfs:comment xml:lang="pt">Balanço das
entradas e saídas de água no interior de uma
região hidrográfica bem definida (uma bacia, um
lago, etc), levando em conta as variações; es
efetivas de acumulação. (ANA,
2002)</rdfs:comment>
    </owl:Class>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#BalancoHidricoSuperficial -->

```

```

    <owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#BalancoHidricoSuperficial">
    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#BalancoHidrico"/>
    <rdfs:comment xml:lang="pt">Balanço
hídrico de águas superficiais (SDS/DRHI,
2010).
Águas superficiais: água que se escoou ou se acumula
na superfície do solo. (ANA, 2002)</rdfs:comment>
    </owl:Class>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#BalancoHidricoSuperficialAcumulado -->

```

```

    <owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#BalancoHidricoSuperficialAcumulado">
    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#BalancoHidricoSuperficial"/>
    <owl:disjointWith
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#BalancoHidricoSuperficialIncremental"/>

```

```

    <rdfs:comment xml:lang="pt">Raz&#227;o entre
    demanda e disponibilidade h&#237;dricas acumuladas,
    desconsideradas as demandas h&#237;dricas reprimidas.
    (SDS/DRHI, 2010)</rdfs:comment>
  </owl:Class>

```

```

  <!--
  http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
  n#BalancoHidricoSuperficialIncremental -->

```

```

  <owl:Class
  rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
  /bhi_sadplan#BalancoHidricoSuperficialIncremental">
    <rdfs:subClassOf
    rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
    ata/bhi_sadplan#BalancoHidricoSuperficial"/>
    <rdfs:comment xml:lang="pt">Demandas/consumos
    subtra&#237;das da disponibilidade h&#237;drica do
    trecho e transfer&#234;ncia do resultado para o trecho
    h&#237;drico de jusante. Este processo de
    transfer&#234;ncia ocorre apenas quando o resultado for
    positivo (excesso) visto que n&#227;o h&#225; sentido
    f&#237;sico em transferir os d&#233;ficits dos trechos
    h&#237;dricos de montante para os de jusante. Portanto,
    nas situa&#231;&#245;es de d&#233;ficit, a
    transfer&#234;ncia para o trecho de jusante &#233;
    zerada. (SDS/DRHI, 2010)</rdfs:comment>
  </owl:Class>

```

```

  <!--
  http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
  n#IndiceAtendimentoBalancoHidricoSuperficialIncremental
  -->

```

```

  <owl:Class
  rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
  /bhi_sadplan#IndiceAtendimentoBalancoHidricoSuperficialI
  ncremental">
    <rdfs:subClassOf
    rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
    ata/bhi_sadplan#ResultadoBalancoHidricoSuperficialIncr
    emental"/>
    <owl:disjointWith
    rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d

```

```
ata/bhi_sadplan#VazaoCalculadaBalancoHidricoSuperficialIncremental"/>
```

```
  <rdfs:comment xml:lang="pt">Valor percentual que indica a parcela da demanda atendida, de acordo com os crit#233;rios e prioridades estabelecidos para o c#225;lculo de um balan#231;o h#237;drico superficial incremental (SDS/DRHI, 2010).</rdfs:comment>
```

```
  </owl:Class>
```

```
<!--
```

```
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#IndiceAtendimentoSetorUsuarioAgua -->
```

```
  <owl:Class
```

```
  rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#IndiceAtendimentoSetorUsuarioAgua">
```

```
    <rdfs:subClassOf
```

```
  rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#IndiceAtendimentoBalancoHidricoSuperficialIncremental"/>
```

```
    <owl:disjointWith
```

```
  rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#IndiceAtendimentoTotal"/>
```

```
    <owl:disjointWith
```

```
  rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#IndiceAtendimentoVazaoDiluicao"/>
```

```
    <rdfs:comment xml:lang="pt">Valor percentual que indica a parcela da demanda de determinado setor usu#225;rio de recursos h#237;dricos atendida na unidade territorial de c#225;lculo, de acordo com os crit#233;rios e prioridades estabelecidos para o c#225;lculo de um balan#231;o h#237;drico superficial incremental (SDS/DRHI, 2010).</rdfs:comment>
```

```
  </owl:Class>
```

```
<!--
```

```
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#IndiceAtendimentoTotal -->
```

```
  <owl:Class
```

```
  rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#IndiceAtendimentoTotal">
```

```
    <rdfs:subClassOf
```

```
  rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
```

```
ata/bhi_sadplan#IndiceAtendimentoBalancoHidricoSuperficialIncremental"/>
```

```
  <owl:disjointWith
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#IndiceAtendimentoVazaoDiluicao"/>
```

```
  <rdfs:comment xml:lang="pt">Valor percentual que
indica a parcela da demanda atendida de todos os usos de
recursos h&#237;dricos existentes na unidade territorial
de c&#225;lculo, de acordo com os crit&#233;rios e
prioridades estabelecidos para o c&#225;lculo de um
balan&#231;o h&#237;drico superficial incremental
(SDS/DRHI, 2010).</rdfs:comment>
```

```
  </owl:Class>
```

```
<!--
```

```
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#IndiceAtendimentoVazaoDiluicao -->
```

```
  <owl:Class
```

```
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#IndiceAtendimentoVazaoDiluicao">
```

```
  <rdfs:subClassOf
```

```
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#IndiceAtendimentoBalancoHidricoSuperficialIncremental"/>
```

```
  <rdfs:comment xml:lang="pt">Valor percentual que
indica a parcela da dilui&#231;&#227;o de efluentes
atendida na unidade territorial de c&#225;lculo, de
acordo com os crit&#233;rios e prioridades estabelecidos
para o c&#225;lculo de um balan&#231;o h&#237;drico
superficial incremental (SDS/DRHI, 2010).</rdfs:comment>
```

```
  </owl:Class>
```

```
<!--
```

```
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#IndiceCriticidadeBalancoHidricoSuperficialAcumulado --
>
```

```
  <owl:Class
```

```
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#IndiceCriticidadeBalancoHidricoSuperficialA
cumulado">
```

```
  <rdfs:subClassOf
```

```
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
```

```
ata/bhi_sadplan#ResultadoBalancoHidricoSuperficialAcumulado"/>
```

```
  <rdfs:comment xml:lang="pt">Valor percentual que resulta da razão entre demandas e disponibilidade hídricas calculada através de um balanço hídrico superficial acumulado (SDS/DRHI, 2010).</rdfs:comment>
```

```
  </owl:Class>
```

```
<!--
```

```
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#ModalidadeCalculo -->
```

```
  <owl:Class
```

```
    rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#ModalidadeCalculo">
```

```
      <owl:disjointWith
```

```
        rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#ResultadoBalancoHidricoSuperficial"/>
```

```
      <owl:disjointWith
```

```
        rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#TipoUsoRecursosHidricos"/>
```

```
      <owl:disjointWith
```

```
        rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#UsoRecursosHidricos"/>
```

```
      <rdfs:comment xml:lang="pt">Critérios e circunstâncias que caracterizam o cálculo do balanço hídrico na unidade territorial onde é feito este cálculo (SDS/DRHI, 2010).</rdfs:comment>
```

```
    </owl:Class>
```

```
<!--
```

```
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#ModalidadeCalculoAcumulado -->
```

```
  <owl:Class
```

```
    rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#ModalidadeCalculoAcumulado">
```

```
      <rdfs:subClassOf
```

```
        rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#ModalidadeCalculo"/>
```

```

    <owl:disjointWith
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#ModalidadeCalculoIncremental"/>
    <rdfs:comment xml:lang="pt">Modalidade de
c&#225;lculo caracter&#237;stica de um balan&#231;o
h&#237;drico superficial do tipo acumulado (SDS/DRHI,
2010).</rdfs:comment>
    </owl:Class>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#ModalidadeCalculoIncremental -->

```

```

    <owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#ModalidadeCalculoIncremental">
    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#ModalidadeCalculo"/>
    <rdfs:comment xml:lang="pt">Modalidade de
c&#225;lculo caracter&#237;stica de um balan&#231;o
h&#237;drico superficial do tipo incremental (SDS/DRHI,
2010).</rdfs:comment>
    </owl:Class>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#ResultadoBalancoHidricoSuperficial -->

```

```

    <owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#ResultadoBalancoHidricoSuperficial">
    <owl:disjointWith
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#TipoUsoRecursosHidricos"/>
    <owl:disjointWith
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#UsoRecursosHidricos"/>
    </owl:Class>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#ResultadoBalancoHidricoSuperficialAcumulado -->

```

```

<owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#ResultadoBalancoHidricoSuperficialAcumulado">

```

```

  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#ResultadoBalancoHidricoSuperficial"/>

```

```

  <owl:disjointWith
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#ResultadoBalancoHidricoSuperficialIncremental"/>

```

```

</owl:Class>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#ResultadoBalancoHidricoSuperficialIncremental -->

```

```

<owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#ResultadoBalancoHidricoSuperficialIncremental">

```

```

  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#ResultadoBalancoHidricoSuperficial"/>

```

```

</owl:Class>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#TipoUsoRecursosHidricos -->

```

```

<owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#TipoUsoRecursosHidricos">

```

```

  <owl:disjointWith
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#UsoRecursosHidricos"/>

```

```

</owl:Class>

```

```
<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#TipoUsoRecursosHidricosPorConsumo -->
```

```
<owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#TipoUsoRecursosHidricosPorConsumo">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#TipoUsoRecursosHidricos"/>
  <owl:disjointWith
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#TipoUsoRecursosHidricosPorPrioridade"/>
  <rdfs:comment xml:lang="pt">Determina a classifica&#231;&#227;o dos usos de recursos h&#237;drico atrav&#233;s dos tipos: consuntivo e n&#227;o consuntivo.
Uso consuntivo: Refere-se ao uso que diminui espacial e temporalmente as disponibilidades quantitativas e/ou qualitativas de um corpo h&#237;drico, ou seja, quando h&#225; perdas entre o que &#233; retirado e o que retorna ao curso natural. (IGAM, 2008)
Uso n&#227;o consuntivo: Refere-se ao uso que n&#227;o implica redu&#231;&#227;o da disponibilidade quantitativa e/ou qualitativa de &#225;gua nos corpos h&#237;dricos, ou seja, quando n&#227;o h&#225; perdas entre o que &#233; retirado e o que retorna ao curso natural, mas podendo haver modifica&#231;&#227;o no seu padr&#227;o espacial e temporal, por exemplo, com a implanta&#231;&#227;o de grandes represas. (IGAM, 2008)</rdfs:comment>
</owl:Class>
```

```
<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#TipoUsoRecursosHidricosPorPrioridade -->
```

```
<owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#TipoUsoRecursosHidricosPorPrioridade">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#TipoUsoRecursosHidricos"/>
  <rdfs:comment xml:lang="pt">Determina a classifica&#231;&#227;o dos usos de recursos
```

hídrico através dos tipos: prioritário e não prioritário.

Uso prioritário: Um dos fundamentos da Política de Recursos Hídricos, os usos prioritários são aqueles em que, em um contexto de escassez, deverão ser colocados em primeiro lugar. São considerados como usos prioritários da água o consumo humano, a dessedentação de animais, o abastecimento público e a manutenção dos ecossistemas. (IGAM, 2008)

```
</owl:Class>
```

```
<!--
```

```
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#UsoRecursosHidricos -->
```

```
<owl:Class
```

```
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#UsoRecursosHidricos"/>
```

```
<!--
```

```
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#VazaoAtendida -->
```

```
<owl:Class
```

```
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#VazaoAtendida">
```

```
<rdfs:subClassOf
```

```
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#VazaoCalculadaBalancoHidricoSuperficialIncremental"/>
```

```
<owl:disjointWith
```

```
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#VazaoNaoAtendida"/>
```

```
<owl:disjointWith
```

```
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#VazaoOutorgavelBalanceada"/>
```

```
<owl:disjointWith
```

```
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadplan#VazaoRemanescente"/>
```

```
<rdfs:comment xml:lang="pt">Vazão de água que corresponde a parcela da demanda atendida pela disponibilidade hídrica na unidade
```

```

territorial de c&#225;lculo, de acordo com os
crit&#233;rios e prioridades estabelecidos para o
c&#225;lculo de um balan&#231;o h&#237;drico superficial
incremental (SDS/DRHI, 2010).</rdfs:comment>
  </owl:Class>

```

```

<!--

```

```

http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#VazaoAtendidaSetorUsuarioAgua -->

```

```

  <owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#VazaoAtendidaSetorUsuarioAgua">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#VazaoAtendida"/>
  <owl:disjointWith
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#VazaoDiluicaoAtendida"/>
  <owl:disjointWith
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#VazaoTotalAtendida"/>
  <rdfs:comment xml:lang="pt">Vaz&#227;o de
&#225;gua que corresponde &#224; parcela da demanda de
determinado setor usu&#225;rio de recursos h&#237;dricos
atendida pela disponibilidade h&#237;drica na unidade
territorial de c&#225;lculo, de acordo com os
crit&#233;rios e prioridades estabelecidos para o
c&#225;lculo de um balan&#231;o h&#237;drico superficial
incremental (SDS/DRHI, 2010).</rdfs:comment>
  </owl:Class>

```

```

<!--

```

```

http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#VazaoCalculadaBalancoHidricoSuperficialIncremental -->

```

```

  <owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#VazaoCalculadaBalancoHidricoSuperficialIncr
emental">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#ResultadoBalancoHidricoSuperficialIncr
emental"/>

```

```

    <rdfs:comment xml:lang="pt">Vaz&#227;o de
&#225;gua, ou seja, volume de &#225;gua que flui numa
unidade territorial de c&#225;lculo em uma determinada
unidade de tempo, calculada por um balan&#231;o
h&#237;drico superficial incremental (SDS/DRHI,
2010).</rdfs:comment>
  </owl:Class>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#VazaoDiluicaoAtendida -->

```

```

  <owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#VazaoDiluicaoAtendida">
    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#VazaoAtendida"/>
    <owl:disjointWith
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#VazaoTotalAtendida"/>
    <rdfs:comment xml:lang="pt">Vaz&#227;o de
&#225;gua que corresponde &#224; parcela da
dilui&#231;&#227;o de efluentes atendida pela
disponibilidade h&#237;drica na unidade territorial de
c&#225;lculo, de acordo com os crit&#233;rios e
prioridades estabelecidos para o c&#225;lculo de um
balan&#231;o h&#237;drico superficial incremental
(SDS/DRHI, 2010).</rdfs:comment>
  </owl:Class>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#VazaoDiluicaoNaoAtendida -->

```

```

  <owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#VazaoDiluicaoNaoAtendida">
    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#VazaoNaoAtendida"/>
    <owl:disjointWith
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#VazaoNaoAtendidaSetorUsuarioAgua"/>

```

```

    <owl:disjointWith
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#VazaoTotalNaoAtendida"/>
    <rdfs:comment xml:lang="pt">Vaz&#227;o de
&#225;gua que corresponde &#224; parcela da
dilu&#231;&#227;o de efluentes n&#227;o atendida pela
disponibilidade h&#237;drica na unidade territorial de
c&#225;lculo, de acordo com os crit&#233;rios e
prioridades estabelecidos para o c&#225;lculo de um
balan&#231;o h&#237;drico superficial incremental
(SDS/DRHI, 2010).</rdfs:comment>
    </owl:Class>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#VazaoNaoAtendida -->

```

```

    <owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#VazaoNaoAtendida">
    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#VazaoCalculadaBalancoHidricoSuperficialI
ncremental"/>
    <owl:disjointWith
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#VazaoOutorgavelBalanceada"/>
    <owl:disjointWith
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#VazaoRemanescente"/>
    <rdfs:comment xml:lang="pt">Vaz&#227;o de
&#225;gua que corresponde &#224; parcela da demanda
n&#227;o atendida pela disponibilidade h&#237;drica na
unidade territorial de c&#225;lculo, de acordo com os
crit&#233;rios e prioridades estabelecidos para o
c&#225;lculo de um balan&#231;o h&#237;drico superficial
incremental (SDS/DRHI, 2010).</rdfs:comment>
    </owl:Class>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#VazaoNaoAtendidaSetorUsuarioAgua -->

```

```

<owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#VazaoNaoAtendidaSetorUsuarioAgua">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#VazaoNaoAtendida"/>
  <owl:disjointWith
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#VazaoTotalNaoAtendida"/>
  <rdfs:comment xml:lang="pt">Vaz&#227;o de
&#225;gua que corresponde &#224; parcela da demanda de
determinado setor usu&#225;rio de recursos h&#237;dricos
n&#227;o atendida pela disponibilidade h&#237;drica na
unidade territorial de c&#225;lculo, de acordo com os
crit&#233;rios e prioridades estabelecidos para o
c&#225;lculo de um balan&#231;o h&#237;drico superficial
incremental (SDS/DRHI, 2010).</rdfs:comment>
</owl:Class>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#VazaoOutorgavelBalanceada -->

```

```

<owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#VazaoOutorgavelBalanceada">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#VazaoCalculadaBalancoHidricoSuperficialI
ncremental"/>
  <owl:disjointWith
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#VazaoRemanescente"/>
  <rdfs:comment xml:lang="pt">Vaz&#227;o
outorg&#225;vel: m&#225;ximo volume que pode ser
outorgado em um corpo h&#237;drico e cujo total &#233;
composto pela soma do volume j&#225; outorgado com o
volume ainda dispon&#237;vel para outorga. (IGAM, 2008)
Vaz&#227;o outorg&#225;vel balanceada: parcela
outorg&#225;vel da vaz&#227;o de refer&#234;ncia
incremental da unidade territorial de c&#225;lculo do
balan&#231;o h&#237;drico superficial somada &#224;
vaz&#227;o remanescente das unidades territoriais de
c&#225;lculo &#224; montante.</rdfs:comment>
</owl:Class>

```

```
<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#VazaoRemanescente -->
```

```
<owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#VazaoRemanescente">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#VazaoCalculadaBalancoHidricoSuperficialI
ncremental"/>
  <rdfs:comment xml:lang="pt">Vaz&#227;o
remanescente, para transferir &#224; unidade territorial
de c&#225;lculo de jusante, ap&#243;s o atendimento a
todas as vaz&#245;es demandadas na unidade territorial
de c&#225;lculo do balan&#231;o h&#237;drico superficial
incremental (SDS/DRHI, 2010).</rdfs:comment>
</owl:Class>
```

```
<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#VazaoTotalAtendida -->
```

```
<owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#VazaoTotalAtendida">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#VazaoAtendida"/>
  <rdfs:comment xml:lang="pt">Vaz&#227;o de
&#225;gua que corresponde &#224; parcela da demanda
atendida de todos os usos de recursos h&#237;dricos
existentes na unidade territorial de c&#225;lculo, de
acordo com os crit&#233;rios e prioridades estabelecidos
para o c&#225;lculo de um balan&#231;o h&#237;drico
superficial incremental (SDS/DRHI, 2010).</rdfs:comment>
</owl:Class>
```

```
<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/bhi_sadpla
n#VazaoTotalNaoAtendida -->
```

```
<owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/bhi_sadplan#VazaoTotalNaoAtendida">
  <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/bhi_sadplan#VazaoNaoAtendida"/>
  <rdfs:comment xml:lang="pt">Vazão de
&#225;gua que corresponde &#224; parcela da demanda
n&#227;o atendida de todos os usos de recursos
h&#237;dricos existentes na unidade territorial de
c&#225;lculo, de acordo com os crit&#233;rios e
prioridades estabelecidos para o c&#225;lculo de um
balan&#231;o h&#237;drico superficial incremental
(SDS/DRHI, 2010).</rdfs:comment>
  </owl:Class>
</rdf:RDF>
```

ONTOLOGIA DE APLICAÇÃO DOS RESULTADOS DE BALANÇOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS NA GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

```
<?xml version="1.0"?>
```

```
<!DOCTYPE rdf:RDF [
  <!ENTITY owl "http://www.w3.org/2002/07/owl#" >
  <!ENTITY swrl "http://www.w3.org/2003/11/swrl#" >
  <!ENTITY owl2 "http://www.w3.org/2006/12/owl2#" >
  <!ENTITY swrlx "http://www.w3.org/2003/11/swrlx#" >
  <!ENTITY swrlb "http://www.w3.org/2003/11/swrlb#" >
  <!ENTITY xsd "http://www.w3.org/2001/XMLSchema#" >
  <!ENTITY rdfs "http://www.w3.org/2000/01/rdf-
schema#" >
  <!ENTITY pl "http://www.owl-
ontologies.com/assert.owl#" >
  <!ENTITY rdf "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-
syntax-ns#" >
  <!ENTITY protege
"http://protege.stanford.edu/plugins/owl/protege#" >
]>
```

```
<rdf:RDF
xmlns="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso
_bhs_gestao_recurso_hidricos.owl#"

```

```
xml:base="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/
uso_bhs_gestao_recurso_hidricos.owl"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:swrl="http://www.w3.org/2003/11/swrl#"

```

```
xmlns:protege="http://protege.stanford.edu/plugins/owl/p
rotege#"

```

```
  xmlns:pl="http://www.owl-
ontologies.com/assert.owl#"
  xmlns:swrlx="http://www.w3.org/2003/11/swrlx#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:swrlb="http://www.w3.org/2003/11/swrlb#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-
ns#"
  xmlns:owl2="http://www.w3.org/2006/12/owl2#">

```

```
<owl:Ontology
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recurso_hidricos.owl"/>
```

```

<!--
//
// Annotation properties
//
-->

<owl:AnnotationProperty rdf:about="&rdfs;comment"/>

<!--
//
// Object Properties
//
-->

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#estaContidoBaciaHidrografica
-->

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#estaContidoBaciaHidrografica">
        <rdfs:range
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#BaciaHidrografica"/>
    </owl:ObjectProperty>

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#estaJusanteTrechoHidrico -->

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#estaJusanteTrechoHidrico">
        <rdfs:range
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidrico"/>
    >

```

```

    <rdfs:domain
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidrico"/
>
  </owl:ObjectProperty>

```

```

  <!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#temIA-totalClassificadoComo -->

```

```

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIA-
totalClassificadoComo">
      <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIndiceAtendi
mentoClassificadoComo"/>
    </owl:ObjectProperty>

```

```

  <!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#temIA-
usoConsuntivoClassificadoComo -->

```

```

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIA-
usoConsuntivoClassificadoComo">
      <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIndiceAtendi
mentoClassificadoComo"/>
    </owl:ObjectProperty>

```

```

  <!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#temIA-
usoInsignificanteClassificadoComo -->

```

```

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIA-
usoInsignificanteClassificadoComo">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIndiceAtendi
mentoClassificadoComo"/>
    </owl:ObjectProperty>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#temIA-
usoOutorgadoClassificadoComo -->

```

```

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIA-
usoOutorgadoClassificadoComo">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIndiceAtendi
mentoClassificadoComo"/>
    </owl:ObjectProperty>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#temIA-
usoPretendidoClassificadoComo -->

```

```

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIA-
usoPretendidoClassificadoComo">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIndiceAtendi
mentoClassificadoComo"/>
    </owl:ObjectProperty>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge

```

```

stao_recursos_hidricos.owl#temIA-
usoPrioritarioClassificadoComo -->

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIA-
usoPrioritarioClassificadoComo">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIndiceAtendi
mentoClassificadoComo"/>
    </owl:ObjectProperty>

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#temIAB-DDClassificadoComo -->

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAB-
DDClassificadoComo">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIA-
totalClassificadoComo"/>
    </owl:ObjectProperty>

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#temIAB-DLClassificadoComo -->

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAB-
DLClassificadoComo">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIA-
totalClassificadoComo"/>
    </owl:ObjectProperty>

```

```
<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recurso
s_hidricos.owl#temIAb-QTClassificadoComo -->
```

```
<owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recurso
s_hidricos.owl#temIAb-QTClassificadoComo">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recurso
s_hidricos.owl#temIAb-totalClassificadoComo"/>
</owl:ObjectProperty>
```

```
<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recurso
s_hidricos.owl#temIAb-usoConsumitivo-DDClassificadoComo -->
```

```
<owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recurso
s_hidricos.owl#temIAb-usoConsumitivo-DDClassificadoComo">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recurso
s_hidricos.owl#temIAb-usoConsumitivoClassificadoComo"/>
</owl:ObjectProperty>
```

```
<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recurso
s_hidricos.owl#temIAb-usoConsumitivo-DLClassificadoComo -->
```

```
<owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recurso
s_hidricos.owl#temIAb-usoConsumitivo-DLClassificadoComo">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recurso
s_hidricos.owl#temIAb-usoConsumitivoClassificadoComo"/>
</owl:ObjectProperty>
```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAb-usoConsuntivo-QTClassificadoComo -->

```

```

<owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAb-usoConsuntivo-QTClassificadoComo">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAb-usoConsuntivoClassificadoComo"/>
</owl:ObjectProperty>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAb-usoInsignificante-DDClassificadoComo -->

```

```

<owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAb-usoInsignificante-DDClassificadoComo">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAb-usoInsignificanteClassificadoComo"/>
</owl:ObjectProperty>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAb-usoInsignificante-DLClassificadoComo -->

```

```

<owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAb-usoInsignificante-DLClassificadoComo">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d

```

```

ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIA-
usoInsignificanteClassificadoComo"/>
  </owl:ObjectProperty>

```

```

<!--

```

```

http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#temIAb-usoInsignificante-
QTClassificadoComo -->

```

```

  <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAb-
usoInsignificante-QTClassificadoComo">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIA-
usoInsignificanteClassificadoComo"/>
  </owl:ObjectProperty>

```

```

<!--

```

```

http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#temIAb-usoOutorgado-
DDClassificadoComo -->

```

```

  <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAb-
usoOutorgado-DDClassificadoComo">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIA-
usoOutorgadoClassificadoComo"/>
  </owl:ObjectProperty>

```

```

<!--

```

```

http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#temIAb-usoOutorgado-
DLClassificadoComo -->

```

```

  <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data

```

```

/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAb-
usoOutorgado-DLClassificadoComo">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAb-
usoOutorgadoClassificadoComo"/>
    </owl:ObjectProperty>

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#temIAb-usoOutorgado-
QTClassificadoComo -->

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAb-
usoOutorgado-QTClassificadoComo">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAb-
usoOutorgadoClassificadoComo"/>
    </owl:ObjectProperty>

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#temIAb-usoPretendido-
DDClassificadoComo -->

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAb-
usoPretendido-DDClassificadoComo">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAb-
usoPretendidoClassificadoComo"/>
    </owl:ObjectProperty>

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#temIAb-usoPretendido-
DLClassificadoComo -->

```

```

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAb-
usoPretendido-DLClassificadoComo">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIA-
usoPretendidoClassificadoComo"/>
    </owl:ObjectProperty>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#temIAb-usoPretendido-
QTClassificadoComo -->

```

```

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAb-
usoPretendido-QTClassificadoComo">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIA-
usoPretendidoClassificadoComo"/>
    </owl:ObjectProperty>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#temIAb-usoPrioritario-
DDClassificadoComo -->

```

```

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAb-
usoPrioritario-DDClassificadoComo">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIA-
usoPrioritarioClassificadoComo"/>
    </owl:ObjectProperty>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAb-usoPrioritario-DLClassificadoComo -->

```

```

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAb-usoPrioritario-DLClassificadoComo">
        <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAb-usoPrioritarioClassificadoComo"/>
    </owl:ObjectProperty>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAb-usoPrioritario-QTClassificadoComo -->

```

```

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAb-usoPrioritario-QTClassificadoComo">
        <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAb-usoPrioritarioClassificadoComo"/>
    </owl:ObjectProperty>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAt-DDClassificadoComo -->

```

```

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAt-DDClassificadoComo">
        <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAt-totalClassificadoComo"/>
    </owl:ObjectProperty>

```

```
<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recurso_s_hidricos.owl#temIAt-DLClassificadoComo -->
```

```
<owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recurso_s_hidricos.owl#temIAt-DLClassificadoComo">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recurso_s_hidricos.owl#temIAt-totalClassificadoComo"/>
  </owl:ObjectProperty>
```

```
<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recurso_s_hidricos.owl#temIAt-QTClassificadoComo -->
```

```
<owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recurso_s_hidricos.owl#temIAt-QTClassificadoComo">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recurso_s_hidricos.owl#temIAt-totalClassificadoComo"/>
  </owl:ObjectProperty>
```

```
<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recurso_s_hidricos.owl#temIAt-usoConsuntivo-DDClassificadoComo -->
```

```
<owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recurso_s_hidricos.owl#temIAt-usoConsuntivo-DDClassificadoComo">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recurso_s_hidricos.owl#temIAt-usoConsuntivoClassificadoComo"/>
  </owl:ObjectProperty>
```

```
<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAt-usoConsuntivo-DLClassificadoComo -->
```

```

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAt-usoConsuntivo-DLClassificadoComo">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAt-usoConsuntivoClassificadoComo"/>
    </owl:ObjectProperty>
```

```
<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAt-usoConsuntivo-QTClassificadoComo -->
```

```

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAt-usoConsuntivo-QTClassificadoComo">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAt-usoConsuntivoClassificadoComo"/>
    </owl:ObjectProperty>
```

```
<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAt-usoInsignificante-DDClassificadoComo -->
```

```

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAt-usoInsignificante-DDClassificadoComo">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
```

```

ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIA-
usoInsignificanteClassificadoComo"/>
  </owl:ObjectProperty>

```

```

<!--

```

```

http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#temIAt-usoInsignificante-
DLClassificadoComo -->

```

```

  <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAt-
usoInsignificante-DLClassificadoComo">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIA-
usoInsignificanteClassificadoComo"/>
  </owl:ObjectProperty>

```

```

<!--

```

```

http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#temIAt-usoInsignificante-
QTClassificadoComo -->

```

```

  <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAt-
usoInsignificante-QTClassificadoComo">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIA-
usoInsignificanteClassificadoComo"/>
  </owl:ObjectProperty>

```

```

<!--

```

```

http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#temIAt-usoOutorgado-
DDClassificadoComo -->

```

```

  <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data

```

```

/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAt-
usoOutorgado-DDClassificadoComo">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAt-
usoOutorgadoClassificadoComo"/>
    </owl:ObjectProperty>

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#temIAt-usoOutorgado-
DLClassificadoComo -->

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAt-
usoOutorgado-DLClassificadoComo">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAt-
usoOutorgadoClassificadoComo"/>
    </owl:ObjectProperty>

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#temIAt-usoOutorgado-
QTClassificadoComo -->

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAt-
usoOutorgado-QTClassificadoComo">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAt-
usoOutorgadoClassificadoComo"/>
    </owl:ObjectProperty>

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#temIAt-usoPretendido-
DDClassificadoComo -->

```

```

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAt-
usoPretendido-DDClassificadoComo">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIA-
usoPretendidoClassificadoComo"/>
    </owl:ObjectProperty>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#temIAt-usoPretendido-
DLClassificadoComo -->

```

```

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAt-
usoPretendido-DLClassificadoComo">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIA-
usoPretendidoClassificadoComo"/>
    </owl:ObjectProperty>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#temIAt-usoPretendido-
QTClassificadoComo -->

```

```

    <owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAt-
usoPretendido-QTClassificadoComo">
    <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIA-
usoPretendidoClassificadoComo"/>
    </owl:ObjectProperty>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAT-usoPrioritario-DDClassificadoComo -->

```

```

<owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAT-usoPrioritario-DDClassificadoComo">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAT-usoPrioritarioClassificadoComo"/>
</owl:ObjectProperty>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAT-usoPrioritario-DLClassificadoComo -->

```

```

<owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAT-usoPrioritario-DLClassificadoComo">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAT-usoPrioritarioClassificadoComo"/>
</owl:ObjectProperty>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAT-usoPrioritario-QTClassificadoComo -->

```

```

<owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAT-usoPrioritario-QTClassificadoComo">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAT-usoPrioritarioClassificadoComo"/>
</owl:ObjectProperty>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temICr-CCClassificadoComo -->

```

```

<owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temICr-CCClassificadoComo">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIndiceCriticidadeClassificadoComo"/>
</owl:ObjectProperty>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temICr-CPClassificadoComo -->

```

```

<owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temICr-CPClassificadoComo">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIndiceCriticidadeClassificadoComo"/>
</owl:ObjectProperty>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temICr-CSClassificadoComo -->

```

```

<owl:ObjectProperty
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temICr-CSClassificadoComo">
  <rdfs:subPropertyOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIndiceCriticidadeClassificadoComo"/>
</owl:ObjectProperty>

```

```
<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temICr-DLClassificadoComo -->
```

```

    <owl:ObjectProperty
      rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temICr-DLClassificadoComo">
      <rdfs:subPropertyOf
        rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIndiceCriticidadeClassificadoComo"/>
    </owl:ObjectProperty>
```

```
<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIndiceAtendimentoClassificadoComo -->
```

```

    <owl:ObjectProperty
      rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIndiceAtendimentoClassificadoComo">
      <rdfs:domain
        rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoBalanceado"/>
      <rdfs:range
        rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#ValorIndiceAtendimento"/>
    </owl:ObjectProperty>
```

```
<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIndiceCriticidadeClassificadoComo -->
```

```

    <owl:ObjectProperty
      rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
```

```

/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIndiceCriticida
deClassificadoComo">
    <rdfs:domain
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoBa
lanceado"/>
    <rdfs:range
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#ValorIndiceCrit
icidade"/>
    </owl:ObjectProperty>

<!--
//
// Classes
//
-->

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#BaciaHidrografica -->

    <owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#BaciaHidrografica"
>
    <owl:disjointWith
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidrico"/
>
    <owl:disjointWith
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#ValorIndiceCalc
uladoBalancoHidricoSuperficial"/>
    <rdfs:comment xml:lang="pt">Conjunto de terras
drenadas por um rio principal e seus tribut&#225;rios,
limitada pelo divisor de &#225;guas. (CONCAR,
2008)</rdfs:comment>
    </owl:Class>

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidrico -->

```

```

    <owl:Class
      rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidrico">
        <owl:disjointWith
          rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#ValorIndiceCalculadoBalancoHidricoSuperficial"/>
        <rdfs:comment xml:lang="pt">Corpo d&#8217;&#225;gua, cuja geometria do tipo linha representa o fluxo d&#8217;&#225;gua, permanente ou tempor&#225;rio, contido ou coincidente com um trecho de massa d&#8217;&#225;gua capturado como linha, em fun&#231;&#227;o da escala de aquisi&#231;&#227;o. (CONCAR, 2008)</rdfs:comment>
        </owl:Class>

```

```

    <!--
    http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoBalanceado -->

```

```

    <owl:Class
      rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoBalanceado">
        <rdfs:subClassOf
          rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidrico"/>
        <owl:disjointWith
          rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoUsadoPretendido"/>
        <rdfs:comment xml:lang="pt">Trecho h&#237;drico que tenha associados os resultados de um balan&#231;o h&#237;drico calculado (SDS/DRHI).</rdfs:comment>
        </owl:Class>

```

```

    <!--
    http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoComAguaTodosUsosExclusiveDiluicao -->

```

```

    <owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoComA
guaTodosUsosExclusiveDiluicao">
    <owl:equivalentClass>
        <owl:Class>
            <owl:intersectionOf
rdf:parseType="Collection">
                <owl:Restriction>
                    <owl:onProperty
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAt-
QTClassificadoComo"/>
                        <owl:hasValue
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#classeIA-
DemandaAtendida"/>
                            </owl:Restriction>
                            <owl:Restriction>
                                <owl:onProperty
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temICr-
CPClassificadoComo"/>
                                    <owl:hasValue
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#valorIC-
SituacaoNormal"/>
                                        </owl:Restriction>
                                        </owl:intersectionOf>
                                    </owl:Class>
                                </owl:equivalentClass>
                            <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoBa
lanceado"/>
                                <rdfs:comment xml:lang="pt">Trecho h&#237;drico
onde a soma das demandas h&#237;dricas, exceto a
dilu&#231;&#227;o de efluentes, &#233; totalmente
atendida pela disponibilidade h&#237;drica no
trecho.</rdfs:comment>
                                </owl:Class>
                            </owl:Class>
                    </owl:Class>
            </owl:intersectionOf>
        </owl:equivalentClass>
    </owl:Class>
<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoComAguaTodosUsos
InclusiveDiluicao -->

```

```

    <owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoComAg
uaTodosUsosInclusiveDiluicao">
    <owl:equivalentClass>
        <owl:Class>
            <owl:intersectionOf
rdf:parseType="Collection">
                <owl:Restriction>
                    <owl:onProperty
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAt-
DDClassificadoComo"/>
                        <owl:hasValue
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#classeIA-
DemandaAtendida"/>
                            </owl:Restriction>
                        <owl:Restriction>
                            <owl:onProperty
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temICr-
DLClassificadoComo"/>
                                <owl:hasValue
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#valorIC-
SituacaoNormal"/>
                                    </owl:Restriction>
                                </owl:Restriction>
                            </owl:intersectionOf>
                        </owl:Class>
                    </owl:equivalentClass>
                <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoBa
lanceado"/>
                    <rdfs:comment xml:lang="pt">Trecho h&#237;drico
onde a soma das demandas h&#237;dricas, inclusive a
dilu&#231;&#227;o de efluentes, &#233; totalmente
atendida pela disponibilidade h&#237;drica no
trecho.</rdfs:comment>
                </owl:Class>
            </owl:Class>
        </owl:Class>
    </owl:Class>
<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge

```

```
stao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoComAguaUsoPretendido -->
```

```

    <owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoComAguaUsoPretendido">
      <owl:equivalentClass>
        <owl:Class>
          <owl:intersectionOf
rdf:parseType="Collection">
            <owl:Restriction>
              <owl:onProperty
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAB-DDClassificadoComo"/>
                <owl:hasValue
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#classeIADemandaAtendida"/>
              </owl:Restriction>
            <owl:Restriction>
              <owl:onProperty
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAB-usoPretendido-DDClassificadoComo"/>
                <owl:hasValue
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#classeIADemandaAtendida"/>
              </owl:Restriction>
            <owl:Restriction>
              <owl:onProperty
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temICr-DLClassificadoComo"/>
                <owl:hasValue
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#valorICSituacaoNormal"/>
              </owl:Restriction>
          </owl:intersectionOf>
        </owl:Class>
      </owl:equivalentClass>
    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoBalançado"/>

```

```

        <rdfs:comment xml:lang="pt">Trecho h&#237;drico
onde est&#225; localizado o uso de recursos
h&#237;dricos outorg&#225;vel, sendo que este uso pode
ser totalmente atendido pela disponibilidade
h&#237;drica no trecho.</rdfs:comment>
    </owl:Class>

    <!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ges
tao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoComAguaUsosConsu
ntivos -->

    <owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoComAg
uaUsosConsuntivos">
        <owl:equivalentClass>
            <owl:Restriction>
                <owl:onProperty
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIA-
usoConsuntivo-QTClassificadoComo"/>
                    <owl:hasValue
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#classeIA-
DemandaAtendida"/>
                </owl:Restriction>
            </owl:equivalentClass>
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoBa
lanceado"/>
            <rdfs:comment xml:lang="pt">Trecho h&#237;drico
onde a soma das demandas h&#237;dricas relativa aos usos
consuntivos &#233; totalmente atendida pela
disponibilidade h&#237;drica no trecho.</rdfs:comment>
        </owl:Class>

    <!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ges
tao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoComAguaUsosPrior
itarios -->

```

```

    <owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoComA
guaUsosPrioritarios">
    <owl:equivalentClass>
        <owl:Restriction>
            <owl:onProperty
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAt-
usoPrioritario-DDClassificadoComo"/>
            <owl:hasValue
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#classeIA-
DemandaAtendida"/>
        </owl:Restriction>
    </owl:equivalentClass>
    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoBa
lanceado"/>
        <rdfs:comment xml:lang="pt">Trecho h&#237;drico
onde a soma das demandas h&#237;dricas relativa aos usos
priorit&#225;rios &#233; totalmente atendida pela
disponibilidade h&#237;drica no trecho. De acordo com a
Lei 9.433, os usos priorit&#225;rios s&#227;o o
abastecimento humano e a dessedenta&#231;&#227;o de
animais</rdfs:comment>
    </owl:Class>

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoOndeUsoPretendid
oPrejudicaUsosInsignificantes -->

    <owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoOndeU
soPretendidoPrejudicaUsosInsignificantes">
    <owl:equivalentClass>
        <owl:Class>
            <owl:intersectionOf
rdf:parseType="Collection">
                <owl:Restriction>
                    <owl:onProperty
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d

```

```

ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#estaJusanteTrec
hoHidrico"/>
        <owl:someValuesFrom
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoUs
oPretendido"/>
        </owl:Restriction>
        <owl:Restriction>
        <owl:onProperty
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAb-
usoInsignificante-DDClassificadoComo"/>
        <owl:hasValue
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#classeIA-
DemandaNaoAtendida"/>
        </owl:Restriction>
        </owl:intersectionOf>
        </owl:Class>
        </owl:equivalentClass>
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoBa
lanceado"/>
        <rdfs:comment xml:lang="pt">Trecho h&#237;drico
&#224; jusante do uso de recursos h&#237;dricos
outorg&#225;vel onde, pelo menos, um uso insignificante
deixou de ter sua demanda h&#237;drica atendida em
fun&#231;&#227;o da interfer&#234;ncia h&#237;drica
causada pelo uso outorg&#225;vel.</rdfs:comment>
        </owl:Class>

        <!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoOndeUsoPretendid
oPrejudicaUsosOutorgados -->

        <owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoOndeU
soPretendidoPrejudicaUsosOutorgados">
        <owl:equivalentClass>
        <owl:Class>
        <owl:intersectionOf
rdf:parseType="Collection">
        <owl:Restriction>

```

```

        <owl:onProperty
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#estaJusanteTrec
hoHidrico"/>
        <owl:someValuesFrom
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoUs
oPretendido"/>
        </owl:Restriction>
        <owl:Restriction>
            <owl:onProperty
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAb-
usoOutorgado-DDClassificadoComo"/>
            <owl:hasValue
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#classeIA-
DemandaNaoAtendida"/>
        </owl:Restriction>
        </owl:intersectionOf>
    </owl:Class>
    <owl:equivalentClass>
    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoBa
lanceado"/>
        <rdfs:comment xml:lang="pt">Trecho h&#237;drico
&#224; jusante do uso de recursos h&#237;dricos
outorg&#225;vel onde, pelo menos, um uso outorgado
deixou de ter sua demanda h&#237;drica atendida em
fun&#231;&#227;o da interfer&#234;ncia h&#237;drica
causada pelo uso outorg&#225;vel.</rdfs:comment>
    </owl:Class>

    <!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoOndeUsoPretendid
oPrejudicaUsosPrioritarios -->

    <owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoOndeU
soPretendidoPrejudicaUsosPrioritarios">
        <owl:equivalentClass>
            <owl:Class>

```

```

        <owl:intersectionOf
rdf:parseType="Collection">
            <owl:Restriction>
                <owl:onProperty
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#estaJusanteTrec
hoHidrico"/>
                    <owl:someValuesFrom
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoUs
oPretendido"/>
                </owl:Restriction>
            <owl:Restriction>
                <owl:onProperty
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#temIAb-
usoPrioritario-DDClassificadoComo"/>
                    <owl:hasValue
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#classeIA-
DemandaNaoAtendida"/>
                </owl:Restriction>
            </owl:intersectionOf>
        </owl:Class>
    </owl:equivalentClass>
    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoBa
lanceado"/>
        <rdfs:comment xml:lang="pt">Trecho h&#237;drico
&#224; jusante do uso de recursos h&#237;dricos
outorg&#225;vel onde, pelo menos, um uso outorgado
deixou de ter sua demanda h&#237;drica atendida em
fun&#231;,&#227;o da interfer&#234;ncia h&#237;drica
causada pelo uso outorg&#225;vel.</rdfs:comment>
    </owl:Class>

    <!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoUsoPretendido --
>

    <owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidricoUsoPr
etendido">

```

```

    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#TrechoHidrico"/
>

```

```

    <rdfs:comment xml:lang="pt">Trecho h&#237;drico
onde est&#225; localizado o uso outorg&#225;vel. Uso
outorg&#225;vel &#233; aquele que est&#225; em
an&#225;lise para fins da concess&#227;o da outorga de
direito de uso dos recursos
h&#237;dricos.</rdfs:comment>
    </owl:Class>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#ValorIndiceAtendimento -->

```

```

    <owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#ValorIndiceAtendim
ento">

```

```

    <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#ValorIndiceCalc
uladoBalançoHidricoSuperficial"/>

```

```

    <owl:disjointWith
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/d
ata/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#ValorIndiceCrit
icidade"/>

```

```

    <rdfs:comment xml:lang="pt">Valor do &#237;ndice
de atendimento calculado pelo balan&#231;o h&#237;drico
superficial.</rdfs:comment>
    </owl:Class>

```

```

<!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_ge
stao_recursos_hidricos.owl#ValorIndiceCalculadoBalançoHi
dricoSuperficial -->

```

```

    <owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data
/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#ValorIndiceCalcula
doBalançoHidricoSuperficial">

```

```

        <rdfs:comment xml:lang="pt">Valor do Índice
calculado pelo balanço hídrico
superficial.</rdfs:comment>
    </owl:Class>

    <!--
http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#ValorIndiceCriticidade -->

    <owl:Class
rdf:about="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#ValorIndiceCriticidade">
        <rdfs:subClassOf
rdf:resource="http://sadplan.aguas.sc.gov.br/ontologia/data/uso_bhs_gestao_recursos_hidricos.owl#ValorIndiceCalculadoBalançoHídricoSuperficial"/>
        <rdfs:comment xml:lang="pt">Valor do Índice
de criticidade calculado pelo balanço hídrico
superficial.</rdfs:comment>
    </owl:Class>

</rdf:RDF>

```