UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

AVALIAÇÃO DA VEGETAÇÃO RIBEIRINHA EM RESPOSTA À REDUÇÃO DA VAZÃO À JUSANTE DA UHE PASSO SÃO JOÃO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Diego Balestrin

Santa Maria, RS, Brasil

2014

AVALIAÇÃO DA VEGETAÇÃO RIBEIRINHA EM RESPOSTA À REDUÇÃO DA VAZÃO À JUSANTE DA UHE PASSO SÃO JOÃO

Diego Balestrin

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Área de Concentração em Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Cabral Cruz

Santa Maria, RS, Brasil
2014

Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

AVALIAÇÃO DA VEGETAÇÃO RIBEIRINHA EM RESPOSTA À REDUÇÃO DA VAZÃO À JUSANTE DA UHE PASSO SÃO JOÃO

elaborada por
Diego Balestrin

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Engenharia Ambiental

COMISSÃO EXAMINADORA:

Rafael Cabral Cruz, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Geraldo Lopes da Silveira, Dr. (UFSM)
(Coorientador)

Albano Schwarzbold, Dr. (UFRGS)

Daniel Gustavo Allasia Piccilli, Dr. (UFSM)

Santa Maria, 31 de julho de 2014.

Dedico este trabalho aos meus pais Darci
(*in memorian*) e Solange Balestrin.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente e principalmente a Deus pela vida, saúde, inspiração e determinação para ir em busca dos meus objetivos e sonhos.

Ao meu pai Darci Balestrin (*in memorian*) pela pessoa que eu sou hoje, pelo seu exemplo de vida, caráter e honestidade na qual eu busco me espelhar e seguir.

À minha mãe Solange Maria da Silva Balestrin, pelo constante apoio e incentivo aos meus estudos, sempre dando força e entusiasmo para continuar.

Aos meus irmãos Bruna Balestrin e Gustavo Balestrin, que mesmo longe em distância incentivaram meus estudos e decisões.

Ao meu orientador professor Dr. Rafael Cabral Cruz e toda sua família pelo apoio e acolhida.

Ao meu coorientador professor Dr. Geraldo Lopes da Silveira pelas ideias e reflexões.

À Universidade Federal de Santa Maria, pela infraestrutura disponibilizada para a realização das atividades.

A CAPES pelo incentivo financeiro através da bolsa de estudos.

Ao MCT/CT-Hidro/FINEP, pelo financiamento deste estudo através do projeto HidroECO;

Aos meus colegas de curso do Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental, grupos GERHI e GHIDROS pelo apoio, auxílio e companheirismo, em especial ao meu colega e amigo Olímpio Rafael Cardoso pela amizade e ajuda nos trabalhos a campo.

Aos meus amigos e incentivadores professores Drs. Rafaelo Balbinot e Fabrício Jaques Sutilli pelas opiniões e sugestões.

Aos funcionários do PPGEamb e PPGEC em especial à secretária Rosa pela amizade, paciência e disposição.

À ELETROSUL/Divisão de Meio Ambiente/Operação/UHE Passo do São João, pela acessibilidade, disponibilidade e parceria para a realização deste estudo.

Ao senhor Dionísio e família pela amizade e hospitalidade durante a realização deste trabalho.

Por fim, a todos meus amigos e pessoas que de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho e não estão nominalmente citados.

"Não sabendo que era impossível, ele foi lá e fez".
Jean Cocteau

RESUMO GERAL

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental
Universidade Federal de Santa Maria

AVALIAÇÃO DA VEGETAÇÃO RIBEIRINHA EM RESPOSTA À REDUÇÃO DA VAZÃO À JUSANTE DA UHE PASSO SÃO JOÃO

AUTOR: DIEGO BALESTRIN
ORIENTADOR: RAFAEL CABRAL CRUZ
Santa Maria, 31 de julho de 2014.

Diante da atual e crescente demanda por recursos naturais, em especial dos recursos hídricos, busca-se uma forma de minimizar os impactos causados pela interferência antrópica em áreas de vegetação ribeirinha. Estes ambientes possuem uma importante funcionalidade aos ecossistemas pertencentes e circundantes devido ao fato desta vegetação possuir características intrínsecas e adaptadas ao meio hidro ecológico. O barramento de rios para utilização da água como fonte energética (objeto de estudo deste trabalho) causa vários impactos ao meio ambiente, um dos principais é a alteração do regime natural de pulsos e, muitas vezes, a redução da vazão a jusante das obras. A redução da vazão em determinados trechos do curso d´agua, além de necessitar um estudo aprofundado a respeito dos impactos causados pela redução do nível de água a jusante da seção de aproveitamento, torna-se indispensável a análise da vegetação, solo e geologia local. Estes fatores relacionados com as características morfofisiológicas das diferentes espécies encontradas nestes locais determinarão se o ecossistema atual, observado nas cotas altimétricas naturais anteriormente encontradas na área de vegetação ribeirinha, terá condições de se adaptar às cotas inferiores verificadas após a implantação do barramento, ou seja, no trecho de vazão reduzida (TVR). Para determinação e diferenciação da vegetação foi necessário o estudo e desenvolvimento de uma metodologia de análise por cotas. Esta análise foi realizada pelo método de pontos que consistiu em uma classificação e identificação por caracteres funcionais das plantas existentes em três unidades amostrais (UA's) locadas no TVR da UHE Passo São João, município de Roque Gonzales-RS. Além disso, foram realizadas coletas de amostras de solo nas diferentes cotas das três UA's para análise física e química. Desta forma, foi possível determinar que a variável solo (características físicas e químicas), não possuem variação significativa por intervalo de cotas e, portanto, não são consideradas necessárias para estudos de variações adaptativas da vegetação ali estabelecida. Contudo, diante deste fato e dos resultados gerados, pode-se fortalecer a hipótese de que a variável hidrológica é, de forma direta, responsável pela variação adaptativa das espécies vegetais destas áreas.

Palavras-chave: Trecho de vazão reduzida, impacto ambiental, Usina Hidrelétrica.

GENERAL ABSTRACT

Master Dissertation
Graduate Program in Environmental Engineering
Federal University of Santa Maria

EVALUATION OF RIPARIAN VEGETATION IN RESPONSE TO THE REDUCTION OF THE DOWNSTREAM FLOW OF THE HEP PASSO SÃO JOÃO

AUTHOR: DIEGO BALESTRIN
ADVISOR: RAFAEL CABRAL CRUZ
Santa Maria, July 31th, 2014.

In front of the current and growing demand for natural resources, especially of the water resources, it seeks to find a way to minimize the impacts caused by the anthropic interference in areas of riparian vegetation. These environments have an important functionality to the ecosystems belonging and surrounding due to the fact of this vegetation possesses intrinsic characteristics and adapted to the hydro and ecological environment. The rivers barring for water use as an energy source (study subject of this work) cause various impacts to the environment, one of the major is the alteration of the natural regime of pulses and often, the reducing the downstream flow of the works. The flow reduction in certain stretches of the waterway, besides requiring an in-depth study about the impacts caused by the reduction of the downstream water level of the utilization section, it becomes essential to the vegetation analysis, soil and local geology. These related factors to the morphophysiological characteristics of the different species found in these locations will determine if the current ecosystem, observed in natural altimetric quotes previously found in the area of riparian vegetation, will be able to adapt to the lower quotes checked after implementation of the barring, in other words, in the stretch of reduced flow (SRF). For determination and differentiation of the vegetation it was necessary the study and development of a methodology of analysis by quotes. This analysis was performed using the points method that consisted of a classification and identification by functional character of the existing plants in three sampling units (SU's) located in the SRF of the hydroelectric unit Passo São João town of Roque Gonzales-RS. Furthermore, were performed the gathering of soil samples in the different quotes of the three SU's for physical and chemical analysis. Thus, it was possible to determine that the soil variable (physical and chemical characteristics), has no significant variation by quotes gap and therefore, are not considered necessary for studies of adaptive variations of the vegetation established there. However, in front of this fact and of the generated results, one can strengthen the hypothesis that the hydrological variable is directly responsible for the adaptive variation of the vegetal species in these areas.

Key Words: Reduced flow stretches, environmental impact, Hydroelectric Plant.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Prescrição de regime de vazões remanescentes segundo a metodologia UFSM/FEPAM/ELETROSUL 46
Figura 2- Mapa de localização do município de Roque Gonzales-RS 60
Figura 3- Trecho de vazão reduzida da UHE Passo São João 64
Figura 4- Localização das estruturas hidráulicas da UHE PSJ no Rio Ijuí 65
Figura 5- Modelo conceitual demonstrando as etapas para obtenção dos resultados finais 67
Figura 6- Mapa de localização das UA's: 1, 2 e 3 68
Figura 7- Características verificadas em cada UA na área de estudo (UA1, UA2 e UA3) 69
Figura 8- Ilustração do equipamento ADCP (A) e sua utilização prática (B) 70
Figura 9- Coleta e amostragem de solo para análise química (A) e mistura para confecção da amostra composta (B) 72
Figura 10- Inserção do cilindro para a confecção da amostra indeformada (A) e retirada do mesmo para posterior análise laboratorial (B) 73
Figura 11- Desenho ilustrando a divisão por cotas em uma UA 75
Figura 12- Lógica operacional do programa SYNCSA 80

CAPÍTULO I

Figura 1- Localização espacial da área de estudo e das respectivas UA's 90
Figura 2- Batimetria da profundidade do canal e velocidade da água encontradas na UA2 100
Figura 3- Batimetria da profundidade do canal e velocidade da água encontradas na UA3 100
Figura 4- Curva chave da UHE Passo São João representando as vazões e suas respectivas cotas de inundação 101
Figura 5- Percentual de cobertura vegetal diferenciado por cotas na UA1 105
Figura 6- Percentual de cobertura vegetal diferenciado por cotas na UA2 106
Figura 7- Percentual de cobertura vegetal diferenciado por cotas na UA3 107

CAPÍTULO II

Figura 1- Localização espacial da área de estudo e das respectivas UA's 118

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Lista dos diferentes caracteres funcionais analisados em cada forma de vida inserida nos pontos amostrais da UA 76
CAPÍTULO I
Tabela 1- Lista dos diferentes caracteres funcionais analisados em cada forma de vida inseridas nos pontos amostrais da UA 94
Tabela 2- Descritores do regime de pulsos de inundação utilizados neste estudo obtidos com o software IHA..... 97
Tabela 3- Caracteres funcionais mais congruentes para cada UA no período pré e pós-barramento 103
Tabela 4- Espécies vegetais encontradas nas UA's e suas respectivas classificações 104
CAPÍTULO II
Tabela 1- Probabilidade total verificada com os testes de aleatorização para cada UA 126

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1- Equação original para definição das cotas de inundação da Ponte Mística 70
Equação 2- Equação da Ponte Mística ajustada 71

CAPÍTULO I

Equação 1- Equação original para definição das cotas de inundação da Ponte Mística 91
Equação 2- Equação da Ponte Mística ajustada 92

CAPÍTULO II

Equação 1- Equação original para definição das cotas de inundação da Ponte Mística 119
Equação 2- Equação da Ponte Mística ajustada 120

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice A- Curva de duração das vazões anuais comparando o período pré e pós empreendimento 144
Apêndice B- Média das vazões mensais vertidas pelas comportas 145
Apêndice C- Vazão média diária (m³/s) para o período de 2011- 2013 (pós-barramento) 145
Apêndice D- Componentes ambientais de vazão para o período anterior à implantação da UHE Passo São João (1958-2008) e posterior à implantação do empreendimento (2011-2013) 146
Apêndice E- Interpretação química das amostras de solo verificadas em cada cota nas três UA's 153
Apêndice F- Percentual de cobertura vegetal classificado por famílias nas diferentes cotas da UA1 154
Apêndice G- Percentual de cobertura vegetal classificado por famílias nas diferentes cotas da UA2 154
Apêndice H- Percentual de cobertura vegetal classificado por famílias nas diferentes cotas da UA3 155
Apêndice I- Espécies vegetais identificadas por nomenclatura científica para cada ponto nas 3 UA's 156
Apêndice J- Resultados gerais e interpretações obtidas com o processamento dos dados pelo software SYNCSA 159

LISTA DE ANEXOS

Anexo A- Vazão ecológica definida para cada mês na UHE Passo do São João...176
Anexo B- Laudo de análise química do solo para as 3 (três) UA's e suas respectivas cotas altimétricas.....177
Anexo C- Laudo de análise física do solo para as 3 (três) UA's e suas respectivas cotas altimétricas no tocante a densidade (g/cm³), porosidade (%) e umidade volumétrica ($cm^3\ cm^{-3}$) 181
Anexo D- Laudo de análise física do solo para as 3 (três) UA's e suas respectivas cotas altimétricas no tocante a distribuição do tamanho de partículas (%) e classe textural 182

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL 29
1 OBJETIVOS 35
1.1 Objetivo Geral 35
1.2 Objetivos específicos 35
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 37
2.1 Ecótonos ribeirinhos e suas características 37
2.2 Vazões ecológicas 41
2.3 Regime de Pulsos Hidrológicos 45
2.4 Barragens: características e impactos 48
2.5 Legislação Ambiental 53
2.6 Caracteres Funcionais e Formas de Vida 55
3 MATERIAL E MÉTODOS 59
3.1 Área de estudo 59
3.1.1 Localização e Caracterização 59
3.1.2 A Bacia do Rio Ijuí 61
3.1.3 UHE Passo do São João 62
3.2 Desenvolvimento metodológico 66
3.2.1 Amostragem do solo 71
3.2.2 Levantamento das formas de vida 74
3.2.3 Análise dos dados 77
CAPÍTULO I 83
ANÁLISE ADAPTATIVA DA VEGETAÇÃO RIPÁRIA DE UM TRECHO DE VAZÃO ALTERADA NA UHE PASSO SÃO JOÃO 83
RESUMO 83
ABSTRACT 85
INTRODUÇÃO 87
1 MATERIAL E MÉTODOS 89
1.1 Área de estudo 89
1.2 Definição das UA's e cotas altimétricas 91
1.3 Levantamento das formas de vida e caracteres funcionais 93
1.4 Análise estatística 95
2 RESULTADOS E DISCUSSÕES 99
3 CONCLUSÕES 109
CAPÍTULO II 111
VARIAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE SOLOS RIBEIRINHOS EM UM AMBIENTE DE VAZÃO ALTERADA PELA PRESENÇA DE UMA USINA HIDRELÉTRICA 111
RESUMO 111
ABSTRACT 113
INTRODUÇÃO 115
1 MATERIAL E MÉTODOS 117
1.1 Área de estudo 117
1.2 Definição das UA's e cotas altimétricas 119

1.3 Análise do solo 121
1.3.1 Análise química 121
1.3.2 Análise física 121
1.4 Análise estatística 122
2 RESULTADOS E DISCUSSÕES 125
3 CONCLUSÕES 127
4 DISCUSSÃO GERAL 129
REFERÊNCIAS 131
APÊNDICES 143
ANEXOS 175

INTRODUÇÃO GERAL

Os recursos hídricos vêm ao longo da história passando por inúmeras alterações em suas características físicas, químicas e biológicas, ocorridas, principalmente, pela ocupação antrópica desordenada e utilização inadequada dos recursos naturais. Estudos realizados pela fundação SOS Mata Atlântica em diversos estados brasileiros, revelam que há vinte anos, a poluição dos rios brasileiros era ocasionada principalmente pelo setor industrial, com lançamento de produtos químicos, metais pesados e elementos cancerígenos. Contudo, atualmente os vilões da história passaram a ser as residências, principalmente nos grandes centros urbanos, onde observou-se que 70% dos poluentes eram oriundos dos esgotos domésticos, e 30% provenientes basicamente do lixo (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, 2011).

Estas alterações são consequências da crescente demanda da sociedade por novos bens, produtos e serviços, que geram um maior consumo de recursos naturais e, consequentemente, aumento nas cargas de resíduos poluentes ao meio ambiente (SETTI et al., 2001). Contudo, cabe à sociedade analisar o uso atual deste bem indispensável à vida humana e dar o devido valor e importância ao mesmo para que este seja disponível com qualidade tanto para a atual como para as futuras gerações, satisfazendo assim as necessidades da comunidade de forma sustentável.

Devido ao fato dos recursos hídricos estarem distribuídos por todas as regiões do mundo, ultrapassando muitas vezes limites municipais, regionais, estaduais e até mesmo internacionais, o controle das ações e processos ocorridos em um determinado trecho de rio torna-se mais difícil e complexo, pois seus efeitos refletem nos demais trechos a jusante, característica do seu sistema em rede. Portanto, torna-se necessário o planejamento das atividades a serem desenvolvidas e implantadas nestas áreas para que possíveis impactos que venham a ocorrer em algum trecho do rio sejam controlados, evitando ou reduzindo ao máximo a propagação destes efeitos para as demais áreas do sistema.

Para evitar ou minimizar os impactos ocasionados com a execução de atividades necessárias ao desenvolvimento e bem estar da sociedade, maximizando

a eficiência da sua utilização e reduzindo os possíveis impactos causados ao meio ambiente, torna-se fundamental o estudo *in loco* de vários elementos característicos da região em questão, como a vegetação, relevo, tipo de solo, clima, enfim, fatores que direta ou indiretamente podem influenciar os aspectos qualitativos e quantitativos dos recursos hídricos.

Nos últimos anos, vem crescendo o número de empreendimentos hidrelétricos implantados ou em fase de licenciamento, que, apesar de gerar polêmica e inúmeras discussões entre os órgãos ambientais e entidades prestadoras de serviço em função dos impactos gerados com sua implantação, atualmente ainda são uma das principais fontes de geração de energia no Brasil. Este fato pode ser explicado pela grande quantidade de recursos hídricos com potencial hidrelétrico existente. Um exemplo prático da situação vivenciada atualmente é o caso da usina de Belo Monte no rio Xingu, alvo de críticas referentes à magnitude e a natureza dos prováveis impactos que a construção da hidrelétrica poderá vir a provocar no meio ambiente e aos povos ali estabelecidos (principalmente indígenas), refletindo assim na viabilidade social e ambiental do empreendimento (FEARNSIDE, 2009).

Outro empreendimento hidrelétrico de grande magnitude e importância para o país é o da Itaipu. Localizado no Rio Paraná, a usina de Itaipu é, atualmente, a maior usina hidrelétrica do mundo em geração de energia, com 20 unidades geradoras e 14.000 MW de potência instalada, fornecendo aproximadamente 17,3% da energia consumida no Brasil e 72,5% do consumo paraguaio (ITAIPU, 2013).

Quando ocorreu o fechamento das eclusas da barragem de Itaipu, uma área de 1500 km² de florestas e terras agriculturáveis foi inundada. A cachoeira de Sete Quedas, uma das mais fascinantes formações naturais do planeta, desapareceu, além da expulsão de algumas cidades, povoados e florestas, redução na quantidade de peixes, perda de solos cultiváveis, material arqueológico e riquezas pré-históricas que poderiam existir no subsolo da área alagada (CEPA, 2013).

Contudo, um dos impactos mais significativos causados pela implantação destes empreendimentos é a alteração no regime hidrológico ocasionado pelo barramento da água a montante da seção, gerando entre outros impactos, a inundação de áreas e a formação de um trecho de vazão reduzida (TVR) à jusante da obra.

Segundo artigo 2° e inciso V do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), TVR é o trecho do curso de água compreendido entre a barragem e a seção do curso natural na qual as vazões são restabelecidas (CNRH, 2011). Estes trechos, por apresentarem vazões inferiores às verificadas antes da implantação da obra, tornam-se locais mais frágeis do ponto de vista ecológico, comparados com as demais seções, pois, devido ao rebaixamento do nível da água, ocorre, consequentemente, uma exposição das suas margens/taludes anteriormente inundadas, formando assim uma porção com pouca ou nenhuma área vegetal (SILVEIRA, 2006).

Pelo fato destas áreas ficarem a mercê de agentes impactantes, tanto antrópicos como naturais, torna-se necessário um estudo detalhado do aspecto sucessional e adaptativo das espécies ciliares, pois o processo de adaptação e migração das espécies ribeirinhas para cotas mais baixas (originadas do rebaixamento do nível da água) depende das condições oferecidas pelo meio e das próprias características fisio/morfológicas das plantas (MANYARI, 2007).

Contudo, uma das grandes limitações, comuns à maioria dos processos de licenciamento de obras em cursos de água, é a falta, na maior parte dos rios brasileiros, de uma série de dados que permitam a construção de um modelo quali-quantitativo adequado para que se possam tomar decisões com uma carga relativamente pequena de incertezas (SILVEIRA, 2006). Diante dessas características, Cruz (2001) propôs a utilização da abordagem “marco-zero” em gestão de recursos hídricos.

Segundo a autora, nesta abordagem parte-se do pressuposto de definir o critério do impacto zero como linha de base (referência) para avaliação do empreendimento. Como não se tem o conhecimento de como eram os ecossistemas antes da interferência e ocupação europeia, (supondo que o manejo das comunidades indígenas fosse adaptado aos ecossistemas) e, com isso refletiam uma situação de não impacto, parte-se da ideia de que um empreendimento não deva reduzir a integridade de um determinado ecossistema mais do que ele já esta degradado.

Segundo Pillar (2002a), as alterações na aparência ou fisionomia da vegetação são visíveis para qualquer observador atento. Geralmente, as diferentes fisionomias expressam alterações na combinação de tipos vegetais que ocorrem juntos em um dado espaço, ou seja, expressam diferentes comunidades vegetais

onde ocorrem certas combinações que se repetem, revelando assim padrões de variações que podem ser relacionadas a alterações do ambiente.

Ainda, segundo o autor, o estudo da vegetação é fundamentalmente comparativo, sendo que as comunidades são comparadas com vistas a revelar padrões de distribuição e associação, os quais podem ser interpretados em relação à variação espacial e temporal de fatores do ambiente e/ou serem utilizados para definir tipos de vegetação. Para tanto, descrevem-se um conjunto de comunidades ao longo de gradientes ambientais ou ao longo do tempo.

Esta descrição pode também incluir a avaliação de parâmetros qualitativos de cada população, como sociabilidade, vitalidade ou desenvolvimento, sendo que o inventário pode conter a anotação de características ambientais relevantes como altitude, condições climáticas do local, exposição solar, declividade do terreno, posição no relevo, substrato geológico, grau e tipo de ação antrópica assim como a tomada de amostras de solo para a análise de características químicas e físicas (PILLAR, 2002a).

Vários parâmetros vegetativos têm sido propostos para que comunidades possam ser definidas geograficamente ou no espaço. Estes parâmetros abrangem forma de vida ou forma de crescimento, espécies dominantes e a presença ou ausência de certas espécies (MUELLER-DOMBOIS e ELLENBERG, 1974).

Estudos realizados por Cruz (2005) demonstram que os agrupamentos de espécies em pequenas diferenças de cotas, são muito diferentes. O autor expõe que a hipótese inicial é que mesmo em pequenas diferenças de cotas, podem-se ter descritores do regime de pulsos significativamente diferentes, neste caso, as alterações de vazões de alta frequência e a baixa magnitude podem ter altos impactos ambientais sobre as comunidades vegetais.

Este estudo justifica-se diante da necessidade de se realizarem estudos visando à determinação e avaliação da vegetação ribeirinha presente em ambientes modificados (no caso, TVR’s em usinas hidrelétricas), respondendo se esta vegetação, influenciada diretamente pelos pulsos de vazão, teria condições de se adaptar e/ou migrar para as cotas inferiores do talude após a instalação de um barramento. Contudo, através de correlações entre características ambientais e as variáveis vegetativas ali existentes, analisou-se a existência de padrões adaptativos relacionados às espécies inseridas nesta área, definindo assim as variáveis ambientais que condicionariam uma melhor mobilidade vegetal.

O referente estudo buscou analisar as diferentes características vegetativas, geológicas e estruturais do TVR da Usina Hidrelétrica Passo do São João (UHE PSJ) localizada no município de Roque Gonzales/RS, em um trecho de aproximadamente 4 km de extensão e identificar quais os caracteres funcionais vegetativos que respondem melhor às variações ambientais sofridas com a alteração do ambiente neste trecho.

Contudo, com o desenvolvimento deste estudo e obtenção dos resultados, poderão ser verificadas as espécies mais adaptadas para estes ambientes e assim, caso seja necessária uma intervenção e/ou aceleração no processo de migração das espécies para as cotas mais baixas, se conhecerá quais as mais apropriadas de se utilizar, levando em consideração as características locais da área. Além disso, com a identificação de caracteres funcionais específicos diretamente ligados à adaptação das espécies, os mesmos poderão ser utilizados para a seleção das espécies a serem implantadas em futuros projetos de restauração de ambientes degradados, economizando tempo, recursos e mão-de-obra na execução do projeto.

Neste contexto, este trabalho foi dividido em dois capítulos de forma a demonstrar de maneira separada os resultados obtidos através da análise da vegetação e do solo. No capítulo 1, foram analisadas as variáveis e características da vegetação, processos e resultados deste componente assim como sua relação com a variável hidrológica na área em estudo. No capítulo 2, foram analisadas as características físicas e químicas do solo das unidades amostrais confeccionadas no processo de avaliação da vegetação, bem como sua relação com a variável hidrológica local.

Por fim, foram analisados e interpretados os resultados finais de ambos os capítulos em conjunto e realizadas as conclusões e recomendações gerais para a área, de modo a considerar estes componentes como agentes diretamente influentes no ambiente em questão.

1 OBJETIVOS

1.1 Objetivo Geral

Identificar e analisar parâmetros ambientais que condicionam a mobilidade da vegetação ribeirinha em resposta à redução da vazão na TVR da Usina Hidrelétrica Passo do São João.

1.2 Objetivos específicos

- Definir critérios para a identificação de unidades amostrais representativas em sistemas ribeirinhos;
- Caracterizar a distribuição na dinâmica em cotas: caracteres vegetativos, bióticos e características ambientais (características físicas e químicas);
- Identificar as famílias vegetais que teriam maiores chances de adaptação no TVR.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo foram abordados temas e assuntos pertinentes para uma boa compreensão e entendimento do texto como um todo. Foram tratados assuntos e conceitos necessários para o embasamento teórico das atividades que foram desenvolvidas no mesmo.

2.1 Ecótonos ribeirinhos e suas características

O ecótono ribeirinho é caracterizado pela transição de dois sistemas ou comunidades, o terrestre e o aquático. Segundo Neiff ([200-]), a transição entre duas ou mais comunidades (ou populações) implica a existência de uma área com valores intermediários para os parâmetros que caracterizam a estrutura desse conjunto de organismos.

Além da transação entre duas comunidades, para caracterizar um ecótono, essa transação deve gerar certa tensão ou interferência em ambas às comunidades envolvidas. As características destas áreas são únicas e particulares de sua região, devendo por isso ter tratamento diferenciado das demais no tocante à execução de quaisquer atividades que possam vir a causar algum tipo de impacto neste meio.

Por se tratarem de áreas de influencia, tanto do sistema aquático como do sistema terrestre, os ambientes ribeirinhos ou comunidades lóticas, possuem certas características intrínsecas e intermediárias a esses dois ecossistemas, ou seja, são formados por espécies vegetais e formas de vida adaptadas a estas condições particulares do meio. Estes ambientes, além de possuírem uma série de características diferenciadas em comparação com as áreas circundantes, caracterizam-se, principalmente, por seus diferentes pulsos de vazões e tensões, assim como características diferenciadas de solo, temperatura, clima e fisiologia vegetal (NEIFF, [200-]).

Os rios oferecem condições de vida favoráveis a muitas espécies vegetais e exercem influência, mesmo sobre aquelas que se encontram mais afastadas da

linha de água (SILVA M., 2004). Vários são os fatores que promovem esta heterogeneidade florística entre estes ambientes ciliares, como o tamanho da faixa de cobertura vegetativa Metzger e Bernacci et al., (1997), o estado de conservação destes remanescentes Durigan e Leitão Filho, (1995), a vegetação de origem desta formação ribeirinha Oliveira-Filho et al., (1994), a matriz vegetativa na qual esta formação esta inserida Ivanauskas e Rodrigues, (1997) a heterogeneidade nas características espaciais e físicas do ambiente ciliar, assim como outros fatores influentes e atuantes na seletividade das espécies (RODRIGUES et al., 1992).

Contudo, pelo fato destas formações vegetais estarem em condições muito específicas do ambiente e estas acabarem por diferencia-las, suas características podem expressar não apenas os parâmetros quantitativos das populações, mas também a fisionomia da vegetação ali existente (RIBEIRO e WALTER, 1998). A intensidade dessas diferenças é determinada pelas características do ambiente, dentre as quais se destaca o nível do lençol freático, determinado diante às condições de relevo e de topografia, interagindo com as características edáficas como a composição química e física do solo, profundidade, ciclagem dos nutrientes, etc (SCARANO et al., 1997).

Segundo Triquet e WcComb (1990), do ponto de vista ecológico, as zonas ripárias têm sido consideradas como corredores extremamente importantes para o movimento da fauna ao longo da paisagem, assim como para a dispersão vegetal, pois, além das espécies tipicamente ripárias, nelas ocorrem também espécies típicas de terra firme, sendo, portanto, essas áreas consideradas como importantes fontes de sementes e propágulos para o processo de regeneração natural.

A vegetação ribeirinha, além de possuir grande importância para as comunidades adjacentes é indispensável para o equilíbrio ecológico, proteção e regulação dos cursos d´agua, solo e clima próximos a ela. Segundo Lima (1989) estas áreas impedem a erosão da camada superficial do solo e, consequentemente, o assoreamento do leito do rio, participando do controle do ciclo de nutrientes além de filtrar e diminuir o escoamento da água.

Além disso, estas áreas atuam como corredores ecológicos, facilitando o fluxo da fauna e dispersão vegetal, contribuindo para a manutenção do intercâmbio genético necessário à proteção da biodiversidade, além de proporcionar alimento e proteção para a fauna e estabilidade térmica dos cursos d´agua (LIMA e ZACKIA, 2001).

O ambiente ribeirinho reflete as características geológicas, geomorfológicas, climáticas, hidrológicas e hidrográficas que atuam como elementos definidores da paisagem e, portanto, das condições ecológicas locais (RODRIGUES, 2009). Nestas áreas, os cursos d´agua sob as formações ciliares são encontrados diversos solos, os quais variam essencialmente em função do maior ou menor grau de hidromorfismo que ocorrem nestes terrenos.

As comunidades são controladas tanto por fatores ambientais como por fatores regionais, sendo os componentes da diversidade biológica fortemente afetados pelas combinações entre eles nas inúmeras escalas espaciais existentes (SCHNECK e HEPP, 2010). Outro fator importante na distinção das classes de solos destas áreas é a natureza do material originário. Geralmente em áreas onde ocorrem permanentemente encharcamento do solo, desenvolvem-se principalmente os organossolos, caracterizados pelo elevado índice de matéria orgânica (JACOMINE, 2009).

Segundo o autor, os solos orgânicos ou hidromórficos de constituição orgânica possuem coloração escura, variando do marrom escuro ao preto. Estes solos são formados pela acumulação contínua de resíduos vegetais em várias fases de decomposição e, por serem solos muito mal drenados e estarem úmidos praticamente o ano todo o processo de decomposição é acelerado, o que faz com que estas áreas tornem-se ricas em nutrientes e possibilitem o desenvolvimento de espécies vegetais adaptadas a estas características.

Ainda referente aos diferentes tipos de solo encontrados em florestas ciliares, Jacomine (2009) conclui que ocorrem variações significativas de solos nestas áreas e seus reflexos são observados pelos diversos tipos de formações florestais encontrados desde os terrenos mais encharcados até os mais secos, variando em porte, estrutura e composição florística. Tal observação permite concluir que o estudo do tipo de solo, geologia, entre outros, são fundamentais para a análise de espécies mais adaptadas á estes terrenos.

No tocante a topografia, Rodrigues (2009) observa que ocorrem variações espaciais das espécies vegetais definidas pelo relevo e, consequentemente, pelo gradiente de umidade, fertilidade, constituição física do solo, atuando como uma das causas da heterogeneidade vegetacional no ambiente.

Além destes fatores, a determinação da comunidade associada à cada habitat em um curso d’agua está relacionada à características como: velocidade da

correnteza, profundidade, tipo de substrato do leito, disponibilidade de radiação, material orgânico e nutrientes (SCHNECK e HEPP, 2010). A dinâmica da água no solo atua na definição das características edáficas e vegetativas da faixa ciliar, mostrando a atuação integrada e dependente desses fatores na formação destas áreas.

Outro fator que merece destaque e causa interferência direta nos ecossistemas ribeirinhos é a alteração do padrão de qualidade da água (aspectos físico-químicos e biológicos), como explanado por Cruz, et al (2010). Geralmente, estas alterações estão associadas ao uso indiscriminado dos recursos naturais, exploração e poluição com substâncias diversas, proveniente de diferentes fontes poluidoras, causando um efeito desastroso tanto para o ser humano, como para o ecossistema aquático, fauna e flora adjacentes (MALMQVIST e RUNDLE, 2002).

Em ambientes antropizados, com alterações significativas dos regimes hidrológicos e das características ambientais naturais neles pré-existentes, podem ocorrer inúmeros impactos negativos e, muitas vezes estes podem se tornar irreversíveis. Esta situação pode ser explicada pelo sistema não estar adaptado às condições que o são impostas, sejam elas diferentes regimes de pulsos, velocidade da correnteza, alteração na qualidade da água, etc.

Portanto, a estrutura física dos habitats é fator determinante da composição, abundância, distribuição, interação entre espécies e estrutura trófica das comunidades lóticas. Estas informações resultantes de estudos de diversidade são essenciais para a compreensão das relações entre os padrões e processos que afetam a diversidade de organismos nos recursos hídricos e para a identificação de possíveis ameaças à sua manutenção (SCHNECK e HEPP, 2010).

Estudos relacionados com as características físico-químicas e vegetativas das comunidades ripárias são abordados por diversos autores, dentre eles Pillar e Sosinski (2003); Davide (2003) e Cruz (2005). Porém, outra questão de relevante importância nos estudos ambientais é a forma de solução dos problemas após identifica-los.

Atualmente, após vários estudos de impacto ambiental e algumas experiências mal sucedidas na reversão de ambientes degradados com a construção de estruturas artificiais, impactantes tanto do ponto de vista social, ambiental e visual, as obras de bioengenharia surgem como uma solução cada vez mais aplicável e recomendada. Caracterizadas pela substituição do elemento

artificial (concreto) por estruturas naturais (madeira, vegetação, pedras, etc), cada vez mais sua utilização ganha espaço no mercado, sendo esta técnica menos agressiva e, portanto, mais indicada para determinados ambientes degradados (DURLO, BRESSAN e SUTILI, 2010).

Contudo, este estudo torna-se de extrema importância para este setor (bioengenharia), pois através de um estudo vegetativo aprofundado, será possível conhecer quais as espécies mais adaptadas para determinado ambiente alterado e, caso futuramente seja necessário alguma intervenção (revegetação), será possível uma implantação eficiente destas espécies com o auxílio de técnicas de bioengenharia (quando necessárias).

Entretanto, são necessários mais estudos e informações ambientais de correlações entre os diversos tipos de solos, regime de pulsos hidrológicos, variações das formações florestais ocorrentes nos ambientes ripários e principalmente da relação destes com as diferentes cotas altimétricas verificadas nos taludes das áreas analisadas. Somente assim poderão ser identificados os agentes condicionantes da mobilidade vegetal e consequente reconhecimento dos padrões ambientais existentes, demonstrando com isso a importância deste trabalho para a redução da incerteza e estimativa eficiente de eventuais impactos ambientais que venham a ocorrer nestas áreas.

2.2 Vazões ecológicas

A preservação do meio ambiente e, mais especificamente dos recursos hídricos, torna-se fundamental para a manutenção não somente dos ecossistemas nele envolvidos, mas também para o desenvolvimento da sociedade, que cada vez mais demanda estes recursos. Nota-se, contudo, que a sociedade torna-se mais exigente por produtos, bens e serviços de qualidade, porém, muitas vezes não corresponde de maneira recíproca e adequada na destinação dos resíduos gerados e preservação do meio ambiente.

O tema vazão ecológica, sempre foi tema de discussões e polêmicas entre profissionais de diferentes áreas, sendo alguns mais radicais e outros mais flexíveis no tocante à definição de uma vazão que assegure a manutenção dos ecossistemas

locais. Segundo Brown e King (2003, apud GORDON et al., 2004), as avaliações das vazões ambientais podem ser classificadas em dois grandes grupos segundo a necessidade de tempo, dados e duração das avaliações: os métodos prescritivos e os métodos interativos. Os primeiros normalmente requerem uma quantidade menor de dados e de tempo para a execução dos estudos, porém possuem uma menor confiança nos resultados gerados. Os métodos interativos resultam em processos que devem ser conduzidos em maior tempo e com necessidade de maior quantidade de dados, apresentando assim maior confiança nos resultados gerados.

A vazão ecológica que trata este item, nada mais é que a vazão que deve ser mantida no curso d´agua para que o mesmo desenvolva seu papel ecológico, mantenha sua biota e permita o desenvolvimento das comunidades do seu entorno. Portanto, o volume total de água utilizado de um curso fluvial para atender os usos externos como abastecimento público, industrial, dessedentação animal, irrigação, energia elétrica, etc., não devem afetar a vazão ecológica definida para o curso d'agua em questão.

A vazão ecológica é geralmente adotada como um percentual fixo da vazão referencial que é estabelecida como o limite para o total das outorgas. Segundo Lanna (1999), verifica-se que as vazões que permanecem no leito do rio são inferiores às vazões necessárias para manter as funções ecológicas do ecossistema aquático, mas por estas serem estipuladas por métodos tradicionais, fornecem a falsa impressão que o ecossistema está preservado.

Para Cruz (2000), o conceito de vazões ecológicas é definido como sendo as vazões necessárias para que sejam preservadas as condições de pulsos hidrológicos, transporte de sedimentos e nutrientes, possibilitando o desenvolvimento das espécies de fauna e flora do local bem como manter as perturbações necessárias à renovação e funcionamento dos ecossistemas a eles associados. Diante disso, deve-se considerar uma metodologia que auxilie na determinação do regime de vazões ecológicas, considerando também o fator biótico e a influência do uso dos recursos hídricos nas comunidades dependentes.

Existem metodologias que utilizam o habitat e objetivam avaliar o regime de vazões ecológicas quanto ao habitat físico disponível para as espécies pesquisadas. Estas metodologias são processos de desenvolvimento de uma política de vazão ecológica que incorpora regras variáveis ou múltiplas para uso em negociação com base na vazão para atender as necessidades de um ecossistema aquático,

considerando as demandas de abastecimento de água e de seus demais usos. Elas normalmente implicam na determinação de uma relação de vazão-habitat a fim de comparar alternativas de vazões ecológicas ao longo do tempo (LONGHI e FORMIGA, 2011).

A abordagem metodológica adotada neste trabalho está embasada no monitoramento em tempo real e na aplicação do conceito do marco zero, adaptada de Silveira et al. (1998), ou seja, o manejo do reservatório será efetuado de tal forma que as condições de qualidade do ambiente sejam as mais próximas possíveis das condições de equilíbrio esperadas para este ambiente.

No Brasil, as metodologias existentes recomendam vazões residuais (vazões a permanecer a jusante das obras hidráulicas) fundamentadas em parâmetros hidráulicos, por exemplo, o método $Q_7 10$, que considera a vazão mínima de 7 (sete) dias de duração e 10 (dez) anos de tempo de recorrência, desconsiderando a ecologia aquática (SARMENTO, 2007).

Segundo Collischonn et al. (2006), metodologias que levam em consideração o conceito de vazão remanescente se baseiam apenas em uma vazão mínima, não se preocupando em definir outros aspectos do regime hidrológico, fundamentais para a manutenção dos ecossistemas. Se tratando de reservatórios de regularização, a variação sazonal dos pulsos hidrológicos é substituída pela variação de operação das turbinas e comportas, com altas vazões durante as estiagens e cheias amortecidas, caracterizando vazões com variações em ciclos bem mais curtos (COLLISCHONN et al. 2005).

Contudo, atualmente busca-se partir para uma mudança de paradigmas e novas metodologias considerando os hidrogramas ecológicos começam a ser desenvolvidas. Esta metodologia considera, através da análise das séries históricas, a necessidade de se considerar valores mínimos, médios e máximos de vazão e não apenas um único valor, como geralmente é estipulado (SILVA et al. 2010).

Segundo Cruz (2007) a vegetação pode permitir o estudo da relação entre regime hidrológico e as necessidades de vazões para as comunidades vegetais através da análise da distribuição das formas de vida e dos tipos funcionais das plantas em relação às cotas de inundação e suas variáveis descritivas de regimes hidrológicos. Esta análise pode permitir a ancoragem ecológica de métodos hidrológicos em condições de carência de dados.

Ainda segundo o autor, baseado na análise dos seus resultados, pode-se concluir que nas cotas mais altas predominam processos ligados à sucessão enquanto que nas cotas mais baixas prevalecem processos ligados à adaptação. Conforme apresentado por Neiff e Neiff (2003), a vegetação representa a resposta de um processo de sucessão, sendo que a distribuição da mesma pode ser explicada em termos do regime de pulsos das águas na planície de inundação e que esta é a variável chave para as áreas úmidas.

Contudo, para a determinação do regime de vazões ecológicas, a avaliação da resposta da vegetação ao regime hidrológico pode ser um importante componente, tanto hidrológico como ecológico para um determinado trecho de rio. Grandes flutuações nos componentes destes fatores ambientais podem afetar ou impedir a adaptação de determinadas espécies. Ou seja, “somente os pulsos que apresentam recorrência significativa possuiriam valor adaptativo (no sentido evolutivo ou darwiniano)” (CRUZ, 2005).

Segundo Elmore e Beschta (1987), a recuperação da vegetação ciliar contribui para o aumento da capacidade de armazenamento da água na microbacia ao longo da zona ripária, o que contribui para o aumento da vazão na estação seca do ano. Isto, segundo o autor permite concluir a respeito do reverso, ou seja, a destruição da mata ciliar pode, de médio a longo prazo diminuir a capacidade de armazenamento da microbacia e, consequentemente sua vazão na estação seca.

Contudo, podemos concluir que a resposta da vegetação ao regime hidrológico é um importante componente na definição do regime de vazões ecológicas, composta não somente do componente hidrológico, mas também do componente ecológico associado às demais características do ambiente em um determinado trecho de rio. Com isso, a determinação do regime de vazões ecológicas torna-se mais representativa e, consequentemente mais precisa nos resultados gerados, sendo estes mais condizentes e correspondentes à realidade local.

2.3 Regime de Pulsos Hidrológicos

Pulsos de vazões ou regime de pulsos hidrológicos representam o período composto pelas fases subsequentes de inundação e seca. Os componentes mais importantes dos regimes de pulsos hidrológicos são seu tempo, duração, magnitude e frequência. Rios com grandes flutuações naturais no nível da água oferecem oportunidades para um bom desenvolvimento do zoneamento de plantas e, geralmente, apresentam alta diversidade de espécies (NEIFF, 2004).

Segundo Neiff, (2005), o regime de pulsos hidrológicos é a maneira com que o rio se conecta com os ambientes localizados em suas margens. A condição essencial para que os organismos vegetais e animais dos ambientes ribeirinhos possam persistir é que estes estejam adaptados à alternância de secas e inundações repetidas com diferentes periodicidades (frequência), duração (amplitude), magnitude (intensidade) e estacionalidade (NEIFF, 2004).

Fatores que influenciam os regimes de vazões ou regimes hidrológicos são formas de impacto ao ecossistema ribeirinho. Por serem elementos naturais de perturbação, ou seja, o ambiente está adaptado a estas características, esses fatores contribuem para a heterogeneidade ambiental e principalmente vegetativa nessas áreas, selecionando as espécies vegetais mais adaptadas para as diferentes cotas, regime de pulsos, pressões, enfim, formam a identidade do local.

Diante disso, a figura 1 a seguir, expõe a lógica do presente estudo, que em função da necessidade e importância de se manterem os regimes de vazões, essenciais para a manutenção das características dos ambientes ciliares (representados na ilustração pela “franja de tensão”), demonstram as variações entre os picos de inundações e secas ocorridas em diferentes momentos buscando assim avaliar a adaptação da vegetação nesses ambientes após a redução da vazão ocasionada por um barramento.

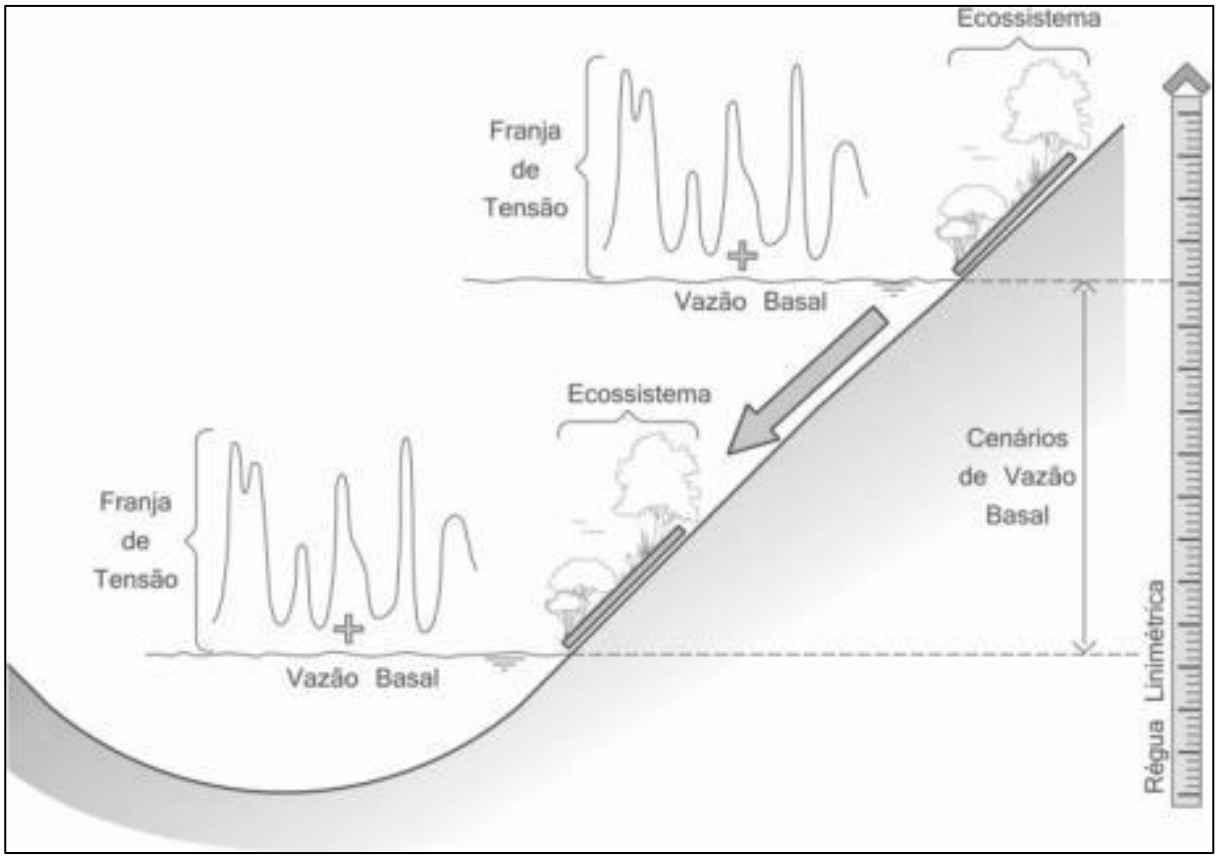

Figura 1- Prescrição de regime de vazões remanescentes segundo a metodologia UFSM/FEPAM/ELETROSUL.
Fonte: adaptado de Silveira et al. (2010)

Analisando o esquema apresentado na figura 1, em um primeiro momento observa-se um determinado regime hidrológico “natural” ou original, na qual a vegetação ribeirinha esta adaptada. Posteriormente, diante de determinada alteração, no caso, a implantação de uma usina hidrelétrica com desvio de parte da vazão do curso do rio, tem-se um rebaixamento do nível da água projetado no talude marginal e, consequentemente, alteração das vazões e regime de pulsos hidrológicos de determinada seção, instigando desta forma a busca por uma resposta à seguinte questão: Será que a vegetação proveniente e/ou existente nas cotas superiores adaptadas as condições e regimes de pulsos hidrológicos naturais teria condições de migrar e se adaptar as “novas” condições formadas com o rebaixamento do nível da água ocasionado pelo barramento e desvio de parte da vazão do curso no TVR?

Segundo Silveira et al. (2010), quando se desvia do rio a faixa de vazão que será turbinada, tem-se um rebaixamento das vazões basais e consequentemente rebaixamento do hidrograma pré-existente antes da implantação do barramento. Através da análise desta variabilidade mínima de vazões (franja de tensão), verificada ao longo do ano e relacionadas com a diversidade de habitats e as exigências de processos baseados em ajustes das comunidades através de respostas ao regime de perturbações, buscou-se conhecer e correlacionar os diferentes aspectos que juntos definem a adaptação que as diferentes espécies vegetais possuem nestes ambientes.

Segundo Neiff (2004), todas as vezes que a estrutura e dinâmica das florestas estão condicionadas pelo regime de pulsos hidrológicos e pelo transporte de sedimentos em cada seção de escoamento de um rio, distintos tipos de florestas ribeirinhas formam-se. Contudo, para compreender esta complexa estrutura é preciso conhecer o funcionamento hidrológico, pois cada uma das ondulações está composta de valores positivos e negativos em função da ordenada de um nível de referencia ao hidrômetro mais próximo, ao que se denomina nível de extravasamento.

A elevação do nível da água nos canais em diferentes períodos de tempo (pulsos de vazão) refletem inúmeras características do ambiente, desde o soerguimento dos diques por deposição progressiva de sedimentos facilitada pela retenção/atrito da vegetação ribeirinha, até características distintas de solo, clima e biologia. Este último fator é responsável pelo acréscimo constituído por sementes e propágulos no dorso do dique marginal, atividades biológicas da vegetação local que estão diretamente ligadas a fatores metabólicos dos animais da biota ribeirinha e transporte de sementes pela avifauna e vento, resultando assim em um adensamento e expansão da biomassa vegetal ao longo do tempo (AB'SABER, 2009).

A correnteza interfere de forma direta na dinâmica sucessional das florestas ripárias, demonstrando assim que os processos integrantes destas áreas têm comportamento dependente do modelo hidrológico de cada rio e os diferentes pulsos ou níveis de água atuam de forma diferenciada na seletividade de espécies na condição ciliar. Outro fator que deve ser observado é a duração do processo e o volume de água transportado, pois estes fatores influenciam na seleção de espécies

e na definição da mortalidade e estabelecimentos de indivíduos nesta faixa (RODRIGUES e SHEPHERD, 2009).

Nestas áreas úmidas, Baird e Wilby (2007) relatam que as espécies mostram uma considerável variação na tolerância às adaptações diante os diferentes regimes de água impostos. A regeneração de muitas espécies de árvores da floresta de várzea é particularmente dependente de vários intra e inter-regimes de fluxo (HUGHES, COLSTON E MOUNTFORD, 2005). Segundo Lobo e Joly (2009), a frequência e duração da saturação hídrica do solo, definem as características abióticas que, consequentemente afetam os aspectos bióticos de tal forma que acabam definindo a composição e estrutura da vegetação.

Praticamente todos os processos que ocorrem em florestas ribeirinhas tem ligação com o regime de pulsos hidrológicos, dentre eles o transporte e deposição de sedimentos, reprodução e colonização de espécies, decomposição das plantas, consumo e mineralização de matéria orgânica, dispersão de sementes, etc (NEIFF, 2004). Contudo, a variabilidade na composição florística e no número de espécies existentes entre as localidades nos ambientes ribeirinhos pode ser atribuída às variações dos teores de umidade do solo. Estas espécies, em condições de stress hídrico, podem até mesmo mudar de posição ao longo do gradiente (se a topografia permitir).

A sincronia de processos ecológicos com processos hidrológicos, cheias e estiagens, é fator determinante na composição de ecossistemas e a velocidade com que as condições hídricas se alteram podem influenciar a persistência e coexistência de espécies em determinado ambiente (SOUZA, 2009). Contudo, são necessários estudos aprofundados a respeito das diferentes interações que ambientes modificados causam ao ecossistema, somente assim poderão ser tomadas medidas mitigatórias dos impactos que poderão vir a ocorrer.

2.4 Barragens: características e impactos

Devido a crescente implantação de barragens e outros inúmeros projetos em tramitação para a introdução de novas unidades hidrelétricas, o Brasil se destaca na produção de energia elétrica proveniente de grandes reservatórios. Conforme

exposto pela Agencia Nacional de Energia Elétrica, o Brasil possui no total 2.941 empreendimentos em operação, gerando 124.500.854 kW de potência, sendo que está prevista para os próximos anos uma adição de 41.083.704 kW na capacidade de geração do País, proveniente dos 159 empreendimentos atualmente em construção e mais 542 outorgadas (ANNEL, 2013).

Contudo, juntamente com o desenvolvimento destes projetos hidrelétricos, inúmeras preocupações são abordadas e discutidas tanto pelos órgãos e entidades envolvidas como pela sociedade (afetada ou não). A construção de barragens causa inúmeros impactos ao meio ambiente, podendo-se destacar as alterações em ecossistemas, fragmentação do rio, perda de biodiversidade, alteração do regime hidrossedimentológico, modificações na qualidade das águas e impactos sociais, que de uma forma ou de outra (direta ou indiretamente) causam algum tipo de impacto negativo nas comunidades inseridas na área de influencia da barragem, refletindo no desenvolvimento de toda a região (CRUZ et al., 2010).

Ainda segundo Cruz et al. (2010), no Brasil a análise de impactos ambientais para implantação de barragens é efetuada considerando principalmente os impactos locais diretos e indiretos (Áreas de Influência Direta e Indireta), com ênfase no canteiro de obras e no reservatório. Porém, vários estudos são necessários para a mensuração ou estimativa dos impactos ambientais ocasionados com a implantação de uma obra, pois, como o rio é considerado um sistema em rede, qualquer impacto ocorrido em determinado trecho poderá influenciar nos demais trechos a jusante e a montante do mesmo.

Impactos ambientais não abordados no sistema em rede acabam por potencializar os conflitos e gerar tensões que causam prejuízos socioambientais significativos (REZENDE e ROTHMAN, 2005). Contudo, alguns estudos começam a desenvolver iniciativas no sentido de evoluir o processo de analise de impactos em barragens, incluindo a análise de fragilidades ambientais em escala de bacias hidrográficas, como apresentado por: FEPAM/UFRGS (2001); FEPAM/UFRGS (2004); Silveira et al. (2005); FEPAM/UFSM (2005) e a avaliação ambiental integrada de bacias hidrográficas como exposto por Tucci e Mendes (2006) e EPE (2007), que resultaram em uma atualização dos termos de referência para estudos de impactos ambientais nestes empreendimentos.

O reservatório afeta e é afetado diretamente pelas decisões de manejo, ou seja, pelo que é definido na operação do reservatório. As decisões de manejo

devem ser tomadas antes da construção do reservatório, pois as características construtivas acabam determinando a maior parte dos impactos sobre o regime hidrológico do trecho de rio situado à jusante (CRUZ et al., 2010).

Ainda segundo o autor, uma barragem não é um empreendimento de impacto local, pelo contrário, é um empreendimento que provoca a propagação em rede dos impactos ambientais, tanto à montante como à jusante, sendo o principal a fragmentação do rio. A implantação física do barramento altera as condições hidrossedimentológicas do rio, colocando uma barreira que adiciona um trecho lêntico ao longo de uma rede lótica.

A construção de barramentos e o excesso de retirada de água alteram a dinâmica natural do curso d´agua ocasionando diferentes magnitudes, períodos e frequência de vazões além de níveis fluviométricos diferentes dos que ocorriam anteriormente no rio. Estas estruturas impõem um lago artificial no fluxo ambiental, o qual altera a biota e a recarga de águas subterrâneas assim como pode aumentar as perdas de água por evaporação.

Quanto à área localizada à jusante da barragem, estas são acentuadamente afetadas pelas mudanças no regime de fluxos de vazões, que diretamente interferem no ecossistema local (GORDON, 2004). Após a implantação da barragem, o sistema fluvial que outrora era um rio contínuo, agora está compartimentado em: trecho de montante, reservatório, Alça ou Trecho de Vazão Reduzida/Alterada (TVR/TVA), e trecho de jusante.

Conforme Petts (1984) e Cunha (1995), esta nova situação ambiental tem sua dinâmica hídrica alterada, provocando diversos impactos e gerando efeitos em cadeia, ocasionando muitas vezes reações irreversíveis que devem necessariamente ser minimizadas frente às necessidades de viabilização socioambiental do empreendimento, além da viabilidade econômica. Um exemplo deste tipo de impacto decorre da alteração no escoamento do rio principal, o que induz modificações no seu leito, alterando a velocidade das águas e diminuindo sua capacidade de transporte.

Para Hugles, Colston e Mountford (2005), projetos estabelecidos em cursos d´agua têm, normalmente, os efeitos de reduzir a variabilidade dos fluxos e padrões de distribuição de sedimentos em sistemas fluviais, tornando estes sistemas mais previsíveis e acabando por reduzir a conectividade entre rios e planícies de inundação.

Ainda por interferência direta da barragem, além da possibilidade do surgimento de trechos de rio com regime de vazão alterada em relação à vazão pré-existente, forma-se uma barreira artificial que pode impedir o deslocamento dos peixes para a reprodução e desova na época da piracema no trecho localizado a montante da barragem, assim como inúmeras outras consequências geradas em cadeia no ecossistema diante desta alteração. Estudos realizados por Preece e Jones (2002) e Sato e Sampaio (2006), mostraram que os lançamentos de águas frias pelas barragens podem interferir negativamente na reprodução de peixes nativos do rio.

Tundisi e Matsumura-Tundisi (2008) mencionam que as massas de água anóxicas liberadas pelos reservatórios podem promover a liberação de sedimentos de fósforo à jusante da obra. Estes autores observaram ainda que a modificação sazonal no rio pela exportação de sólidos em suspensão causados pela instalação de três reservatórios de hidrelétricas promoveu modificações na penetração de luz no lago Brienz (Suíça), afetando a dinâmica do fitoplâncton.

Para Pringle (2001), as mudanças na dinâmica de fluxo têm muitas consequências, entre elas: (1) leitos de rios a jusante da barragem podem tornar-se assoreados; (2) devido ao assoreamento e as barras de estabilização, a desova dos peixes à jusante da barragem podem degradar; (3) dependendo da função e operação da barragem, baixo fluxo de corrente pode ou flutuar ou ser artificialmente estável, podendo causar uma diminuição na produtividade e biodiversidade a jusante.

Salvador (1986) relata que com a variação do nível da água entre as cotas mínimas e máximas de operação das represas, surge uma faixa de solo geralmente desnuda, ou com pouquíssima vegetação herbácea denominada faixa de depleção. A ação erosiva da água nestas áreas contribui significativamente para o assoreamento dos reservatórios, tendo como consequências a diminuição da capacidade de acumulação de água e, no caso de usinas hidrelétricas, um aumento no efeito abrasivo nas turbinas de geração causado pelas partículas sólidas em suspensão (DAVIDE et al., 1993).

Segundo Petts e Gumell (2005), a regulação dos rios por barragens representam a maior fonte de interferência hidrológica, pois influenciam toda a gama de fluxos em escalas de tempo de horas para anos. Em alguns casos, para a

recuperação do rio, podem ser necessários 950 km de condições de fluxo livre em condições naturais abaixo da barragem (STANFORD e WARD, 2001).

De acordo com Ligon, Dietrich e Trush (2001), uma nova perspectiva de gestão dos cursos d'agua é necessária. Os autores salientam a necessidade de preservar a estrutura física e hidráulica abaixo das barragens como um passo importante para a conservação da biota.

Considerando a vegetação ribeirinha das áreas alteradas pelos barramentos, a interação deste ecossistema é extremamente complexa, possuindo numerosos valores sociais, econômicos e biológicos associados. Uma das principais consequências biológicas para as comunidades vegetais envolvem a redução na disponibilidade de diásporos devido às barreiras físicas impostas pelos diques das barragens para geração hidrelétrica, afetando diretamente a biodiversidade local (GIEHL, 2007).

Esta redução na biodiversidade vegetal ocasionada pelo barramento, além de selecionar espécies mais bem adaptadas ao "novo" ambiente formado, faz com que ocorra uma redução na heterogeneidade vegetal da área em questão. Para Pillar (1994), a sobrevivência e a capacidade competitiva das espécies dependem de estruturas morfo-fisiológicas determinadas pela ontogenia do organismo. Através de estudos da vegetação, o autor expõe que a estrutura morfo-fisiológica ou fenótipo de um indivíduo é um indicativo de condições extrínsecas particulares, onde se tem mostrado tendências ambientais na variação de inúmeros caracteres de plantas.

Com isso, é inquestionável que a implantação de barragens causa grandes alterações e impactos ao meio ambiente de determinada região, porém, não devemos esquecer os impactos sociais causados a população. Estes impactos vão desde o deslocamento/realocação das comunidades afetadas, ressarcimento pelo patrimônio existente e até possíveis danos que porventura afetem uma determinada comunidade e/ou pessoa em específico.

Portanto, a viabilidade social e ambiental de uma barragem depende do balanço entre benefícios resultantes da implantação do empreendimento e prejuízos sociais e ambientais da mesma, o qual deve ser valorado e analisado a fundo para facilitar o processo de tomada de decisão. Além de buscar reduzir ao máximo os impactos causados pelo empreendimento, os estudos devem ser bem conduzidos, pois somente assim desenvolvimento e preservação ambiental andarão juntos, resultando em uma relação sustentável entre estes dois setores.

2.5 Legislação Ambiental

Os recursos hídricos, por estarem presentes em todo o mundo e, na maioria das vezes, interligados, sofrem uso indiscriminado e consequente poluição desenfreada por parte da população. Diante deste fato, foram criadas ao longo do tempo (conforme crescimento populacional), políticas voltadas a assegurar a conservação e bem estar ambiental, já que cada vez mais surgiam problemas relacionados ao uso irregular e descontrolado dos recursos naturais.

No Brasil, as primeiras iniciativas de busca por um controle do uso dos recursos hídricos surgiram através da criação do Decreto 24.643 em 10 de julho de 1934 (BRASIL, 1934), que aprovou o Código de Águas Brasileiro. Este decreto exprimiu além da classificação e utilização do potencial hidráulico dos recursos hídricos, seu aproveitamento e fixação, principalmente diante às limitações administrativas de interesse público que eram impostas às companhias hidrelétricas que estavam se estabelecendo e se viam limitadas pelo fato dos poderes concedentes do aproveitamento dos recursos hídricos serem exclusivamente dos estados e municípios (CETESB, 2013).

Com o desenvolvimento industrial, foi promulgada a Constituição de 1946. Com ela houve certa tendência à descentralização da matéria, definindo que Estados e Municípios poderiam legislar sobre a água de forma complementar (CARVALHO et al. 2008).

No tocante ás vegetações ribeirinhas (objeto de estudo deste trabalho), algumas restrições e um olhar diferenciado para estas áreas, são observadas desde o antigo Código Florestal Brasileiro (CFB), lei nº 4.771 de 1965 (BRASIL, 1965), hoje substituído pela lei nº 12.651 de 2012 (BRASIL, 2012). Nele consta, por exemplo, o conceito de várzea ou planície de inundação, que nada mais é que as áreas de vegetação ribeirinha ou marginais a cursos d'agua sujeitas a enchentes e inundações periódicas, como apresentado no Art.3º inciso XXI do CFB (BRASIL, 2012).

Esta conceituação, assim como outros artigos presentes no CFB refletem a caracterização e diferenciação destas áreas das demais. Diante disso, a legislação, além de definir, impõe restrições à utilização destas áreas, tornando-as de

“preservação permanente” e, com isso, definem metragens mínimas de conservação da vegetação ripária conforme o Art. 4º do CFB apresentado a seguir:

> Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:
> I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular;
> II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais,
> III - as áreas no entorno dos reservatórios d’água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d’água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento; [...] (BRASIL, 2012)

Inúmeros artigos e leis revelam a preocupação diante do meio ambiente e, em especial, a estas áreas que ao longo da história vem sendo pressionadas e alteradas pelos diversos setores da sociedade. Com o surgimento da Política Nacional dos Recursos Hídricos (PNRH) _lei nº 9.433 de1997 (BRASIL, 1997) e criação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, houve um enorme salto no tocante à outorga, cobrança, fiscalização, e execução das políticas ambientais, o que até então era considerado uma utopia (e ainda é em muitos locais) pela população.

Como objetivos da criação da PNRH, observa-se em seu Art. 2, exposto a seguir, que se institui uma gestão sustentável dos recursos hídricos, com um conjunto de instrumentos que visam induzir e fomentar o uso controlado e eficiente destes recursos.

> Art. 2º São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos:
> I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
> II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
> III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais (BRASIL, 1997).

Contudo, um dos instrumentos de gestão firmados pela lei 9.433/97 (BRASIL, 1997) é a outorga de direitos de uso dos recursos hídricos. Este instrumento, conforme observado em seu Art. 11, tem por objetivo “assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água”.

A outorga de direito de uso dos recursos hídricos deve ser implementada a partir de um estudo de quantificação da disponibilidade hídrica dos mananciais, além do levantamento das quantidades de água demandadas em cada caso, a fim de que

se alcance o objetivo principal de utilização racional dos recursos hídricos por meio de balanço hídrico (CRUZ e SILVEIRA, 2007). Diante disso, a seguir, no Art.10 da lei nº 6.938 de 1981 (BRASIL, 1981) observa-se a validade jurídica do que é exposto pelos autores acima mencionados:

> Art. 10. A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental dependerão de prévio licenciamento ambiental (BRASIL, 1981).

Contudo, para melhor compreensão deste trabalho, torna-se necessária uma revisão da legislação no tocante a implantação de obras com objetivos hidrelétricos. Diante disso, observa-se no Art. 2, da resolução n˚ 1 do CONAMA exposto a seguir, as exigências estabelecidas em resolução para a aprovação e execução destas atividades:

> Artigo 2º - Dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo relatório de impacto ambiental - RIMA, a serem submetidos à aprovação do órgão estadual competente, e do IBAMA em caráter supletivo, o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, tais como:
> [...]
> VII - Obras hidráulicas para exploração de recursos hídricos, tais como: barragem para fins hidrelétricos, acima de 10MW, de saneamento ou de irrigação, abertura de canais para navegação, drenagem e irrigação, retificação de cursos d'água, abertura de barras e embocaduras, transposição de bacias, diques;
> [...]
> XI - Usinas de geração de eletricidade, qualquer que seja a fonte de energia primária, acima de 10MW; [...] (CONAMA, 1986).

Portanto, podemos observar a importância e a necessidade de estudos dos impactos ambientais para a implantação de atividades que potencialmente geram impactos ao meio ambiente, mas que por outro lado são fundamentais para o desenvolvimento e bem estar da sociedade.

2.6 Caracteres Funcionais e Formas de Vida

A forma de classificação vegetal mais difundida e utilizada atualmente é a taxonômica, onde nenhum organismo pode pertencer a mais de um táxon e as plantas são agrupadas até o nível de espécie, que é um conceito limitado. A

relevância ecológica desta classificação é questionada por diversos autores, por esta razão, Pillar e Orlóci (2004) citam outros autores que sugerem o uso de unidades mais flexíveis como os ecótipos.

Segundo Lausi e Nimis (1985), os atributos que melhor refletem as adaptações das plantas ao ambiente, são, provavelmente, os das estruturas não reprodutivas, pois são estes atributos que diretamente estão ligados aos processos adaptativos. Contudo, é necessário definir tipos de plantas baseados em atributos que agrupem a complexidade de espécies e populações, apresentando padrões de respostas semelhantes às do ambiente.

Uma alternativa que tem sido usada para superar as possíveis limitações é apresentada por Pillar e Sosinski (2003), na qual a classificação é baseada nas descrições das espécies, ou seja, uma classificação funcional das plantas. O Tipo Funcional de Planta (Plant Functional Type - PFT) vem cada vez mais sendo utilizado e aplicado em estudos que buscam ‘‘assemelhar’’ indivíduos, sendo sugerido em inúmeros estudos.

Um Tipo Funcional de Planta é um grupo de plantas que, independentemente da filogenia, são similares em determinados conjuntos de traços e associações com certas variáveis, o qual pode ser um fator resposta das plantas ou um efeito destas no ecossistema (PILLAR e SOSINSKI, 2003).

Ainda segundo os autores, as variáveis que assemelham os tipos funcionais de plantas são chamadas de caracteres funcionais, que são um conjunto de características fisionômicas que podem expressar a reação da vegetação a um determinado impulso. Porém, a definição dos caracteres a serem avaliados não é fácil. É necessário um conhecimento básico da fisiologia da vegetação local para elencar a elaboração de uma nova listagem ou o uso de metodologias anteriormente descritas e aplicadas.

Porém, como todas as metodologias têm seus prós e contras, o principal problema na adoção de uma abordagem baseada em PFT é como definir os tipos de plantas. Características relevantes devem ser selecionadas, bem como se utilizar de um método apropriado para classificar as plantas em tipos funcionais (PILLAR e SOSINSKI, 2003).

Segundo Skarpe (1996), os atributos podem ser de naturezas diversas (duração do ciclo de vida, morfológicos, estruturais, reprodutivos, tipos de dispersão, fenológicos, funcionais, filogenéticos, etc.), por isso, o conjunto de tipos funcionais a

se utilizar deve ajustar-se ao meio, objetivos e escala dos estudos a serem realizados. Sendo assim, a diversidade de habitats pode ser avaliada nas comunidades ribeirinhas pela presença de espécies com diferentes eficiências no uso da água (hidrófitos, heliófitos, higrófitos e sub-higrófitos), constituindo assim um importante indicador de integridade do habitat (DUARTE, 2007).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Neste capítulo faz-se uma apropriação do conteúdo existente a respeito das questões características da região, bem como localização da área de estudo e consequentemente apresentação da UHE Passo São João. Esta análise como um todo é de extrema necessidade para o estudo, pois se torna fundamental a compreensão do funcionamento dos sistemas externos e internos ao empreendimento, envolvendo assim uma série de atividades necessárias para a obtenção dos resultados esperados.

Estas atividades serão explicitadas em uma sequência lógica de execução e com referente detalhamento das aplicações a campo, dificuldades encontradas na execução, vantagens do método utilizado e observações fundamentais para uma futura replicação do estudo.

3.1 Área de estudo

3.1.1 Localização e Caracterização

O município de Roque Gonzales, está localizado ao Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, na interseção das coordenadas de latitude “28º 07' 51” ao sul e longitude “55º 01' 33” a oeste de Greenwich, com altitude de 151 metros acima do nível do mar. Ao Norte faz limite com os municípios de São Paulo das Missões, Porto Xavier e República Argentina; ao Leste com São Pedro do Butiá e Rolador; ao Oeste com Pirapó e ao Sul com São Luiz Gonzaga e Dezesseis de Novembro (GONZALES, 2013). Na figura 2 é apresentado o mapa de localização do município de Roque Gonzales.

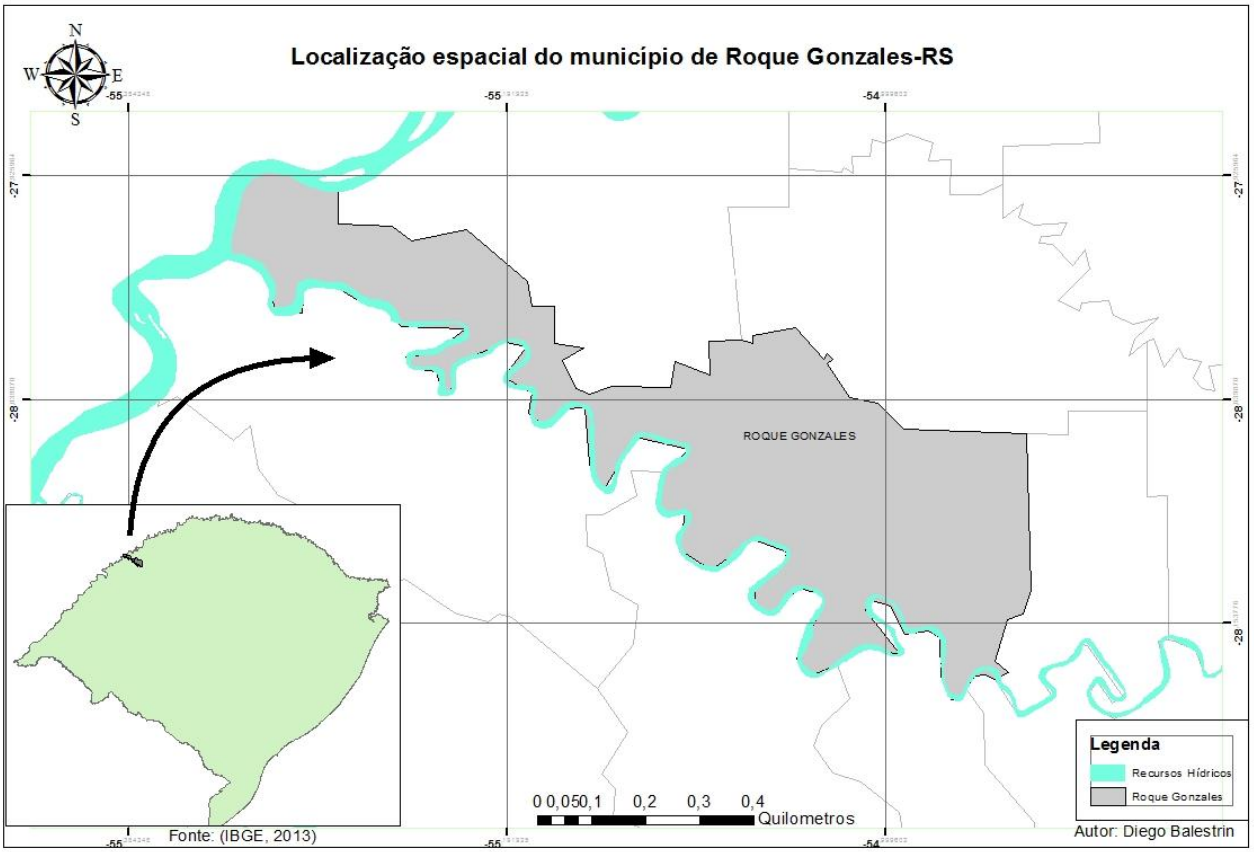

Figura 2- Mapa de localização do município de Roque Gonzales-RS.

O município possui uma extensão territorial de 346,62 km² e uma população (conforme censo de 2010) de 7.203 habitantes em sua maioria residente no meio rural em pequenas propriedades de até 20 ha, que movimentam a economia com a agricultura e a pecuária, base da economia local. As principais fontes de renda estão ligadas ao setor da suinocultura em regime de integração e a bacia leiteira (BOLTER, 2009).

A densidade demográfica do município é de 20,78 hab/Km², (IBGE, 2010), se encontrando a 547 km da capital. Referente aos tipos de solos existentes no município e região tem-se uma maior ocorrência de neossolos regoliticos eutroficos lepticos ou típicos, (STRECK et al. 2008), com relevo levemente ondulado.

Estes solos são caracterizados por serem solos novos rasos ou profundos, com horizonte A assentado diretamente sobre a rocha totalmente alterada (horizonte C ou Cr) e contato lítico a mais de 50 cm de profundidade. Assim, apresentam normalmente menor profundidade do perfil e ocorrência de pedregosidade em grau

variável. Mesmo apresentando níveis superiores de fertilidade quando comparados com os Latossolos, como estes são encontrados em áreas de maior declive, normalmente são fortemente erodidos e empobrecidos (TOSS, 2010).

Segundo Scheeren (2008), no tocante à vegetação, a maior parte dos remanescentes de vegetação arbórea nativa está nas margens de cursos d'água e de nascentes, locais com dificuldade de acesso e/ou baixa aptidão agrícola.

A região inserida na área deste estudo, conforme o sistema de classificação de Köppen (1948), corresponde a um clima subtropical com precipitação pluvial bem distribuída em todos os meses do ano e clima temperado chuvoso e quente (Cfa) úmido em todas as estações, apresentando verões quentes. No tocante a precipitação na região, dados registrados no período de 1988 a 2002 revelaram uma média anual de 2.210 mm distribuídos ao longo do ano e com maior intensidade nos meses de março e abril, setembro e outubro (UNIJUÍ, 2003).

3.1.2 A Bacia do Rio Ijuí

A Bacia do Rio Ijuí, na qual se insere a área de estudo, situa-se na porção norte-noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas 27º45' e 26º15' de latitude Sul e 53º15' e 56º45' de longitude Oeste, abrangendo 36 municípios, área de drenagem de 10.649,13 Km² (FEPAM, 2013) e 452.920 habitantes, conforme dados do censo demográfico do ano de 2010 (IBGE, 2010).

Considerando a proporcionalidade da área dos municípios que se encontram na bacia hidrográfica, a população estimada na bacia é de 267.775 habitantes. Deste total estima-se que 203.027 habitantes estejam na área urbana e 64.748 habitantes na área rural. A bacia hidrográfica possui uma densidade demográfica de 27,7 hab/Km².

A bacia hidrográfica do Rio Ijuí tem formato aproximadamente triangular, com dimensão de 185 km no sentido Leste-Oeste. No sentido Norte-Sul a bacia tem maior dimensão na porção Leste, com aproximadamente 110 km, reduzindo gradativamente até 15 km na porção oeste da bacia, junto ao Rio Uruguai (SCHEEREN, 2008).

As atividades econômicas desta bacia, de maneira geral estão ligadas ao setor primário, predominando as lavouras de soja. Alguns municípios desta bacia apresentam também os setores secundários e/ou terciários mais desenvolvidos, destacando-se os municípios de Ijuí, Santo Ângelo e Cruz Alta, este último divisor de águas entre as bacias do Ijuí e do Jacuí (FEPAM, 2013).

Segundo Scheeren (2008), a ocupação e uso do solo da região é classificada principalmente em áreas de agricultura, campos e matas. As margens do Rio Ijuí apresentam poucos remanescentes de mata ciliar, sendo verificado o uso intensivo das áreas próximas aos corpos hídricos para agricultura e pastagem.

Os principais formadores do Rio Ijuí são os rios: Ijuizinho, Conceição, Potiribu, Caxambu, Faxinal, Fiúza e Palmeira. Esta bacia apresenta também potencialidade de geração de energia hidrelétrica, inventariada no "Inventário Hidrelétrico da Sub-bacia 75" - Convênio SOPSH/ DRH/ CRH-RS-SEMC/ CEEE - Outubro de 2000, sendo o comitê de gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí criado pelo Decreto Estadual nº 40.916, de 30/07/2001 (FEPAM, 2013).

3.1.3 UHE Passo do São João

A UHE Passo do São João está implantada no rio Ijuí, sendo que as estruturas de barramento e casa de força estão instaladas nos municípios de Roque Gonzales e Dezesseis de Novembro, a aproximadamente 600 km de Porto Alegre (RS). O reservatório abrange também os municípios de São Luiz Gonzaga, São Pedro do Butiá e Rolador, na região Noroeste do Estado (SILVEIRA, 2006).

Conforme o autor, esta UHE faz parte de um sistema de usinas em cascata no Rio Ijuí, sendo precedida pela UHE São José, no município de Cerro Largo. É uma usina a fio d’água, ou seja, seu reservatório tem a função de manter somente o desnível necessário para a geração de energia.

A usina é constituída de uma barragem que utiliza um canal de adução para conduzir a água até a casa de força de forma a aproveitar a queda natural do rio, contando com uma potência instalada de 77 MW.

Baseado em informações levantadas por meio do Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto do Meio Ambiente (EIA/RIMA), a partir de

inspeção *in loco* constatou-se a probabilidade de pequeno impacto na alça incremental, ou seja, na área que contribui diretamente com a alça, sendo esta aproximadamente 58 km². Nesta área foi observada a inexistência de aglomerados urbanos e/ou industriais, sendo o uso da terra na região vinculado a agricultura de pequeno porte, sustentado principalmente pela produção de forrageiras para cavalos de corrida (SILVEIRA, 2006).

Para Silva et al. (2011) esta bacia é definida como sendo predominantemente agrícola, classificada deste modo em: floresta, pastagem e áreas agrícolas, não contendo áreas urbanas nesta porção. A bacia incremental apresentou 28,1% da sua área coberta por florestas, sendo incluído nesta percentagem as florestas nativas, reflorestamentos e plantios exóticos ali existentes. A cobertura por pastagens representou 48,5% da cobertura total e por fim apresentando 23,4% da cobertura da bacia, a agricultura, sendo que nesta classificação foram incluídas áreas com solo exposto e com cultivos agrícolas.

Com a implantação da UHE, formou-se um trecho de aproximadamente 4 km, compreendido entre a barragem e a casa de força com regime inferior de vazão onde escoa um regime de vazões de acordo com prescrições determinadas pelo processo de licenciamento do empreendimento. Este trecho de rio de jusante da barragem à seção de efluência das vazões turbinadas (Figura 3) denomina-se Trecho de Vazão Reduzida (TVR), ou simplesmente “Alça”.

Figura 3- Trecho de vazão reduzida da UHE Passo do São João
Fonte: ELETROSUL (2013).

Conforme arranjo do projeto, a barragem da UHE Passo São João possui um vertedor com 10 m de altura e 145 m de comprimento, operando a uma lâmina máxima de 21 m de altura e 11 m de armazenamento sobre a soleira vertente. Projetada para funcionar a fio d'água, a usina alaga uma área de aproximadamente 20 km², constituindo assim seu reservatório que possui uma extensão de 47,8 km.

A usina possui 6 (seis) comportas segmento que direcionam a água do fundo da barragem para a jusante do barramento e uma comporta basculante que verte a água da superfície. Na figura 4 mostra-se a localização da usina e seus componentes estruturais (em destaque).

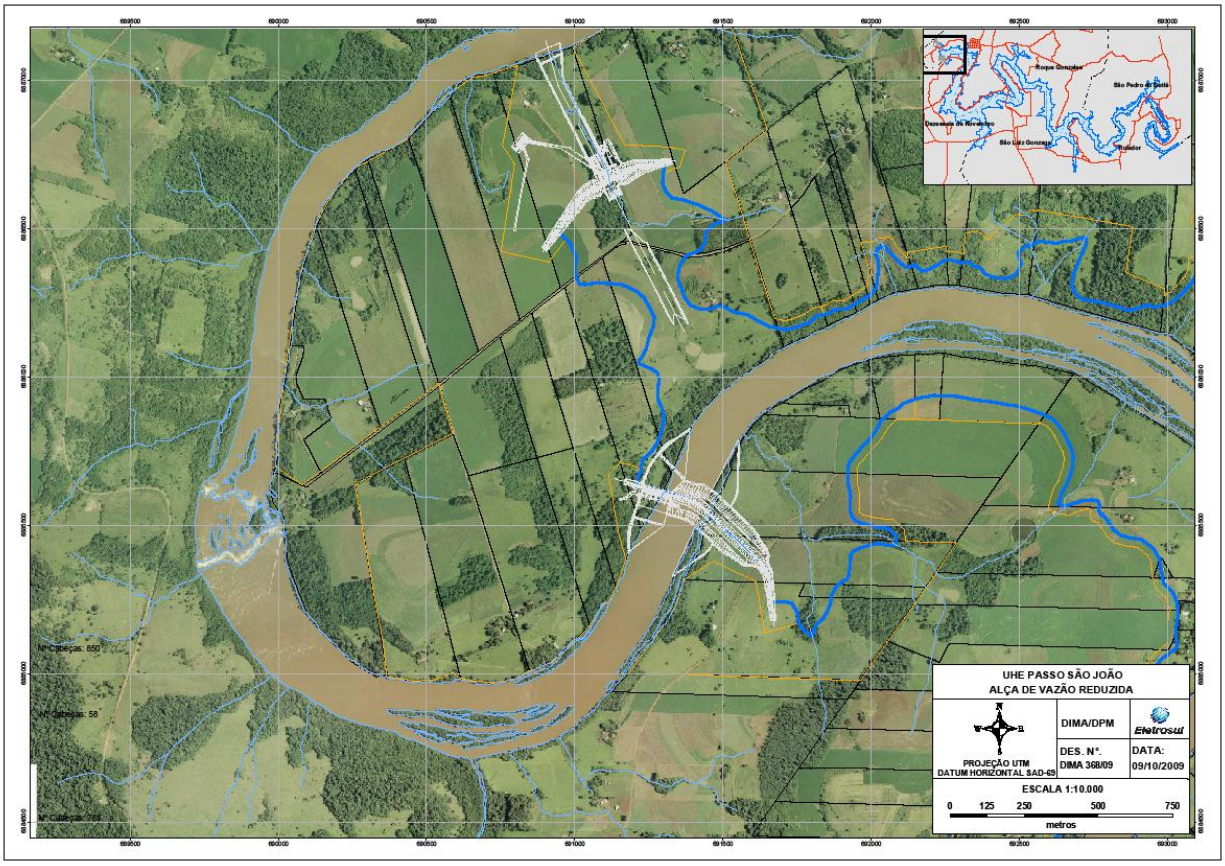

Figura 4- Localização das estruturas hidráulicas da UHE PSJ no Rio Ijuí.
Fonte: ELETROSUL (2013).

Na margem direita da alça estão localizados dois balneários e a CGH Salto Pirapó (800 kW), de propriedade da Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL). Em sua margem esquerda, observa-se uso eminentemente agrícola, não sendo identificados pontos de lançamento de efluentes de processos de geração de resíduos, tais como abatedouros ou indústrias (SILVEIRA, 2006).

Esta área da margem esquerda do TVR é formada basicamente por superfícies vertentes que drenam diretamente ao rio Ijuí ou para um tributário (riacho Lajeado das Pedras), constituindo uma pequena bacia hidrográfica que atinge a terceira ordem antes de chegar a sua foz no Rio Ijuí.

3.2 Desenvolvimento metodológico

Tendo como pressuposto que os agrupamentos de espécies são diferenciados para cada nível de cota em um TVR, de acordo com as características destas áreas podem-se identificar principalmente diferentes regimes de pulsos hidrológicos ocorridos nestes ambientes. Apesar da vegetação ribeirinha possuir características adaptadas a tais aspectos, em locais onde ocorreram intervenções antrópicas no ambiente (como no caso da implantação de uma usina hidrelétrica), mudanças muito abruptas são impostas ao meio ambiente e com isso, a vegetação ali estabelecida não tem condições de responder de maneira rápida e eficaz á estas alterações, tornando estes ambientes mais frágeis e instáveis.

Com isso, têm-se um impacto negativo no aspecto sucessional e adaptativo da vegetação local, pois esta área terá que criar novas condições para o estabelecimento e desenvolvimento vegetativo nas cotas inferiores ou nos ambientes modificados pelo barramento.

A partir desta hipótese, criou-se um modelo conceitual (figura 5) a fim de representar as diferentes etapas seguidas na obtenção dos resultados finais, suas relações para cada variável analisada e os caminhos (softwares e processamentos) utilizados.

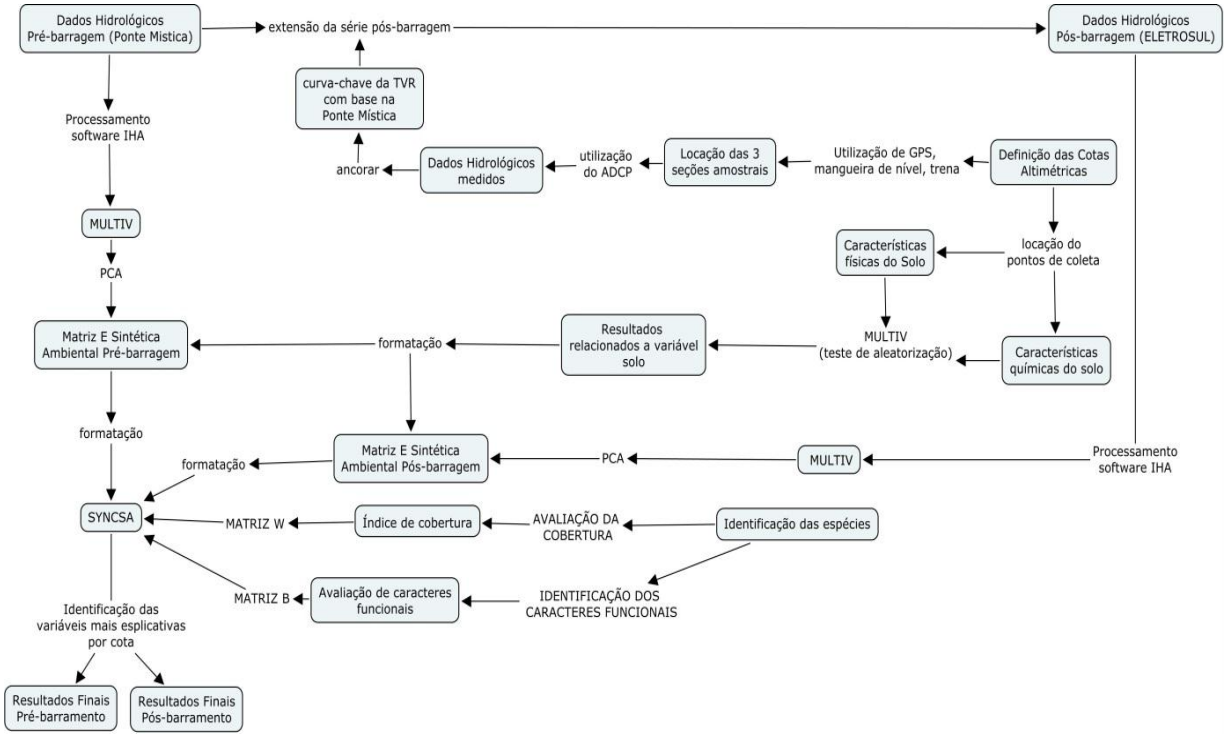

Figura 5- Modelo conceitual demonstrando as etapas para obtenção dos resultados finais.

Contudo, a metodologia para análise da área de estudo e posterior cumprimento dos objetivos sugeridos, deu-se da seguinte forma: Ao longo da seção, em pelo menos uma das margens, foram locadas 3 (três) unidades amostrais (UA´s), conforme localização apresentada na figura 6, sendo estas definidas pelo fato das suas áreas possuírem características representativas do TVR, estarem bem distribuídas espacialmente e disporem de acessos.

Figura 6- Localização das UA's: 1, 2 e 3.
Fonte: GOOGLE (2013).

O processo de locação das UA´s envolveu uma amostragem sistemática por intervalos de cotas. Este intervalo foi definido a campo através da observação da declividade da encosta, da zona de vegetação, assim como pela estimativa do nível máximo de inundação em cada UA, sendo complementado com unidades adicionais para caracterizar transições muito abruptas no espaço.

Na figura 7 podem-se observar as características diferenciadas de cada UA no tocante a vegetação, declividade e tipo de solo, representando, respectivamente, as áreas amostrais UA1, UA2 e UA3 em análise no TVR.

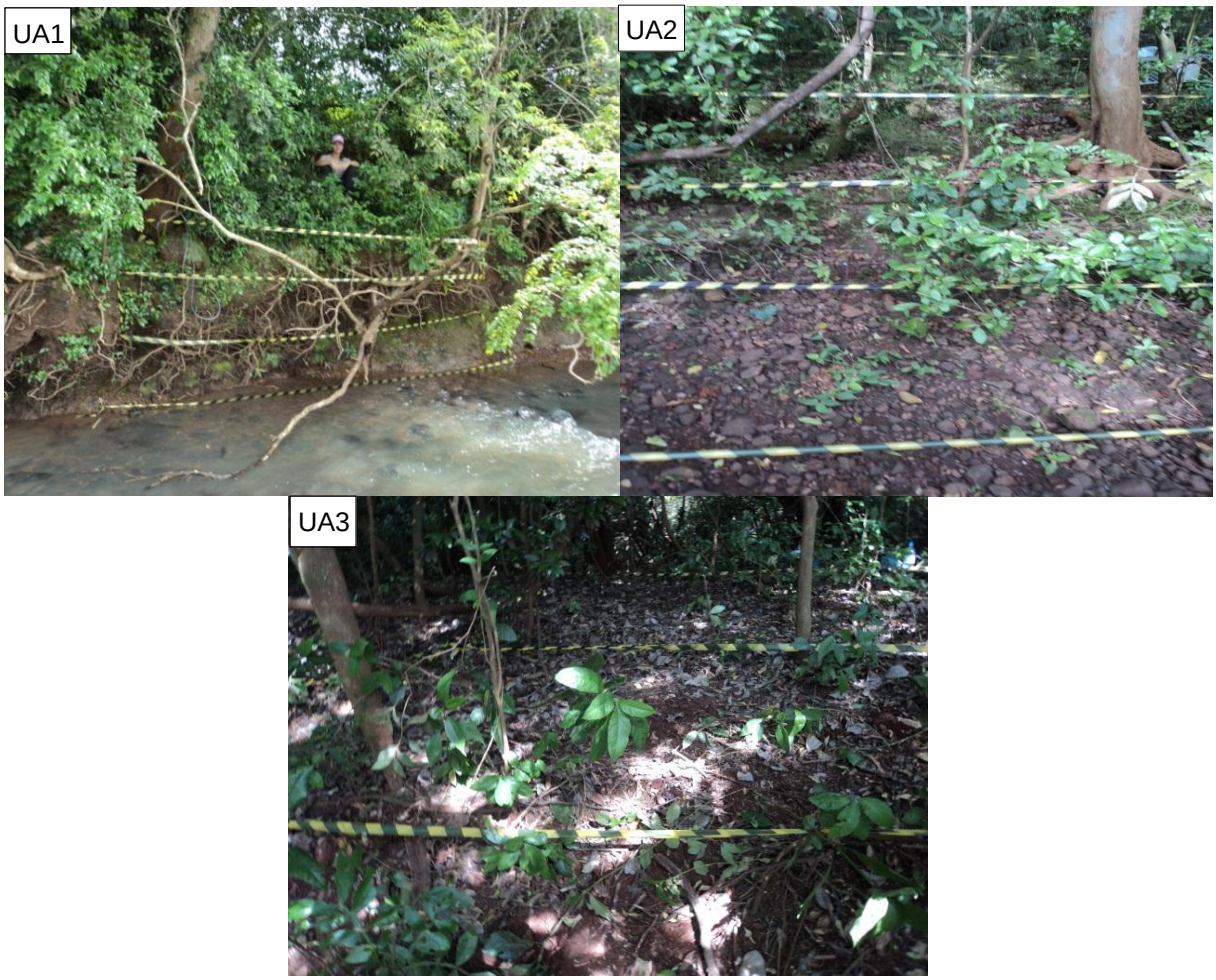

Figura 7- Características verificadas em cada UA na área de estudo (UA1, UA2 e UA3).

As UA´s foram dispostas em 5 (cinco) cotas de 50 em 50 cm, projetadas de forma linear de “A” à “E” ao longo do talude e no sentido linha da água ao interior da mata ciliar nas 3 (três) UA’s, totalizando uma elevação de 2,5 metros a partir do nível da água (NA). A definição das cotas altimétricas de inundação e consequentemente das linhas de análise da vegetação no talude, basearam-se nos ajustes da curva chave da Ponte Mística.

Este ajuste deu-se por meio da análise dos dados de vazão diária do período compreendido entre 1958 a 2008, ou seja, período de pré-estabelecimento da barragem. Por intermédio da utilização dos dados de vazões disponíveis para este período através do posto fluviométrico 75320000 (Ponte Mística), obtiveram-se, mediante a equação 1 apresentada a seguir, os dados das cotas para as respectivas vazões ocorridas neste período.

$$C_{est} = \left[\left(\frac{Q}{0{,}095}\right)^{\frac{1}{1{,}534}} + 52\right] \qquad (1)$$

Sendo:
C_{est}= valor estimado da cota (cm).
Q= Vazão (m³/s).
Fonte: Adaptado de Silveira et al. (2006).

Cabe ressaltar que esta equação foi utilizada para a elaboração da prescrição das vazões ecológicas e estudos dos impactos ambientais para o referente TVR antes da implantação da UHE Passo São João, conforme Relatório referente a AS Nº 90580170 (SILVEIRA, 2009).

Contudo, aliadas a estas informações e por intermédio da utilização do equipamento ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler), como ilustrado na figura 8 a seguir, através da batimetria nas três seções do rio correspondentes as respectivas UA's, definiram-se as cotas altimétricas, perfis de velocidade da água e as vazões do curso d'agua reais para cada seção.

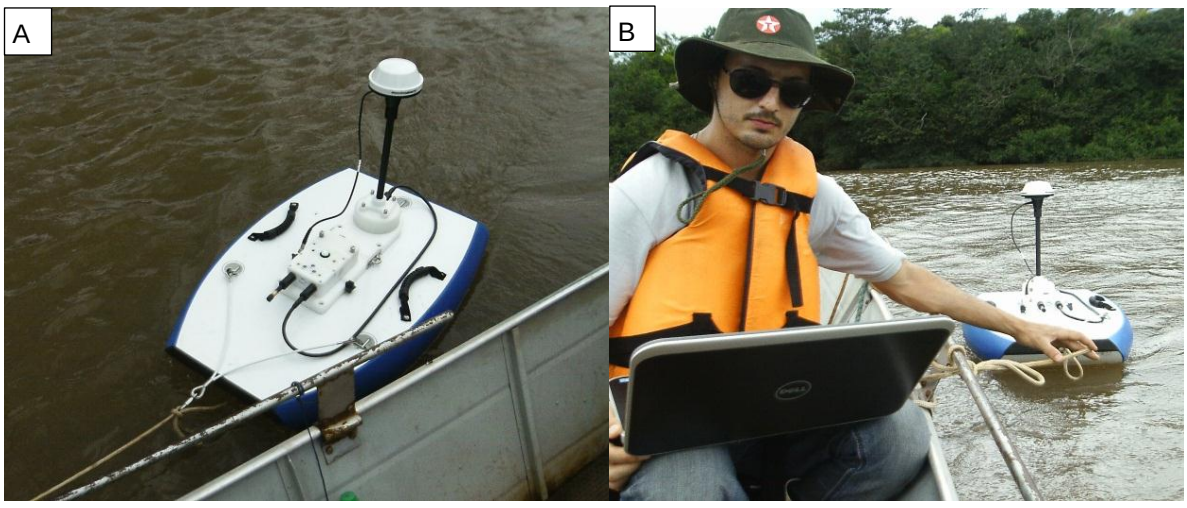

Figura 8- Ilustração do equipamento ADCP (A) e sua utilização prática (B).

Diante dos dados reais coletados no TVR com este equipamento e por meio da curva chave gerada para o período pré-barramento (1958-2008), montou-se uma

equação (baseada na equação 1) buscando aproximar os valores de cota/vazão pré e pós empreendimento e assim ajusta-los para aproximarem-se dos dados reais medidos à campo. Com isso, formulou-se a equação 2 apresentada a seguir, e com ela ajustaram-se todos os dados de cota/vazão de 1958-2013.

$$INT = \left[\left(\frac{Q}{0{,}095}\right)^{\frac{1}{1{,}534}} + 57{,}62064\right] \qquad (2)$$

Sendo:
C_{est}= valor estimado da cota (cm).
Q= Vazão (m^3/s).
Fonte: Adaptado de Silveira et al. (2006).

Os dados hidrológicos do período pós-barramento (2011-2013) foram disponibilizados pela ELETROSUL, obtendo-se informações diárias de vazão vertida pela barragem do período de agosto de 2011 até dezembro de 2013. Para fins de cálculos e análises foram considerados o período de setembro de 2011 a dezembro de 2013, já que o mês de agosto de 2011 possuía dados incompletos. Esses dados representaram as vazões liberadas em excesso no TVR, geralmente após um período prolongado de chuvas, ou seja, refletiam as vazões máximas liberadas, representando assim os picos máximos de vazão vertida no TVR.

Na sequência, após processamento dos dados, análise das informações e locação das cotas altimétricas em cada UA, foram levantadas informações referentes ao solo, vegetação, existência de formas de vida no local, índices de cobertura (IC), e caracteres funcionais (CF). Estes dados coletados serviram como base para a análise estatística utilizada neste estudo e suas correlações determinaram a ligação dos fatores ambientais com os vegetativos deste local.

3.2.1 Amostragem do solo

Devido ao fato de que sob as formações ciliares são encontrados diversos tipos de solo, que variam de acordo com maior ou menor grau de hidromorfismo e

natureza do material originário, (JACOMINE, 2009), torna-se necessário o estudo dessas variações, pois estas têm uma relação direta com a fauna e flora local, influenciando e refletindo quaisquer alterações que venham a ocorrer nestas áreas. Ainda segundo o autor, além dos diferentes aspectos hidromorfológicos, geomorfológicos e climáticos destas áreas, ocorrem também variações em porte, estrutura e composição florística dessas formações em função das características do solo, o que justifica as análises que serão realizadas neste trabalho.

Para o processo de análise química do solo na área em estudo, foram coletadas 5 (cinco) amostras compostas de solo para cada UA (3 amostras simples/cota). Foi utilizado um trado holandês para auxílio na coleta do solo na profundidade de 0-20 cm (figura 9), sempre observando a retirada da serapilheira existente na porção superficial do solo para não influenciar os resultados reais de cada elemento mineral existente.

Posteriormente, para representar de maneira eficiente cada cota altimétrica ou cota de inundação definida nas três UA's, as amostras de solo foram identificadas e homogeneizadas com o auxílio de um balde plástico, sendo retirada uma porção de aproximadamente 500 cm³ de solo para encaminhamento ao laboratório de análise química de solos da UFSM para análise de argila, pH-H_2O, índice SMP, P, K, MO, Al, Ca, Mg, Cu, Zn, B, S, CTC efetiva e textura.

Figura 9- Coleta e amostragem de solo para análise química (A) e mistura para confecção da amostra composta (B).

A análise física do solo foi realizada pelo método do cilindro volumétrico (EMBRAPA, 1979), onde foram coletadas amostras indeformadas do solo utilizando um anel volumétrico (figura 10). Foram analisadas a granulometria, densidade, porosidade e curva de retenção de água no solo.

Aplicando a mesma dinâmica por cotas anteriormente descrita, foram confeccionadas as amostras de solo e posteriormente sua coleta e armazenagem para encaminhamento ao laboratório de física do solo da UFSM.

Figura 10- Inserção do cilindro para a confecção da amostra indeformada (A) e retirada do mesmo para posterior análise laboratorial (B).

Diante dos resultados e “cruzando” estes dados com as informações obtidas com as análises ambientais e características da vegetação existente nas diferentes cotas, se analisou a existência de determinado padrão de atributos vegetais mais adaptados às diferentes cotas, ou seja, a presença de caracteres que possam responder de forma mais clara as alterações nestes ambientes. Cabe ressaltar que devido ao fato da UHE Passo São João estar em funcionamento a apenas 3 (três) anos (2011 - 2013), considerou-se como hipótese para a análise vegetativa, que a vegetação ali existente no momento da amostragem era a mesma existente antes da implantação do barramento.

3.2.2 Levantamento das formas de vida

A definição das populações é um processo iterativo, onde preliminarmente e de forma intuitiva delimitam-se as populações ou táxons primários a partir das semelhanças dos organismos. As populações podem ser avaliadas quanto a um ou mais caracteres relativos ás espécies, dependendo das características ambientais do local, ou seja, onde os mesmos são muito heterogêneos, para esses caracteres ocorre uma subdivisão. Após esta etapa, as populações idênticas (baseado nos caracteres considerados) devem ser agrupadas (PILLAR, 1996).

O conjunto de caracteres pode ser constituído por quaisquer caracteres morfológicos e fisiológicos, desde os mais simples, tais como presença/ausência de pubescência foliar ou altura da planta, até mais complexos, que necessitam um sistema de classificação, tais como tipo de folha, forma-vital, forma de crescimento, espécie a que pertence o organismo ou qualquer outro dos vários sistemas taxonômicos baseados em morfologia ou função, como é observado por diversos autores (RAUNKIAER, 1907; BRAUN-BLANQUET, 1964 e BARKMAN, 1988). Por esses caracteres definirem as populações de determinada área das quais as comunidades serão comparadas, os tipos baseados em caracteres definem uma taxonomia analítica por esta poder ser determinada analiticamente a partir dos dados (PILLAR, 1996).

O levantamento das formas de vida e dos caracteres funcionais das plantas foi realizado pelo método dos pontos adaptados de Vieira e Pessoa (2001), sendo que o número de 10 (dez) pontos amostrais seguiu orientação de Frizzo e Porto (2004), que recomendam 10 (dez) pontos para vegetação herbácea e 4 (quatro) pontos para vegetação herbáceo-arbustiva.

No caso deste estudo, utilizou-se de uma malha de 50 pontos amostrais conforme ilustração apresentada na figura 11 a seguir, sendo em cada ponto verticalizada uma régua graduada de 2,0 m de comprimento. Em seguida, foram observadas as alturas dos toques e o tipo de forma de vida que estes toques representavam, sendo todas estas informações anotadas em uma planilha de campo para controle e futura análise dos dados.

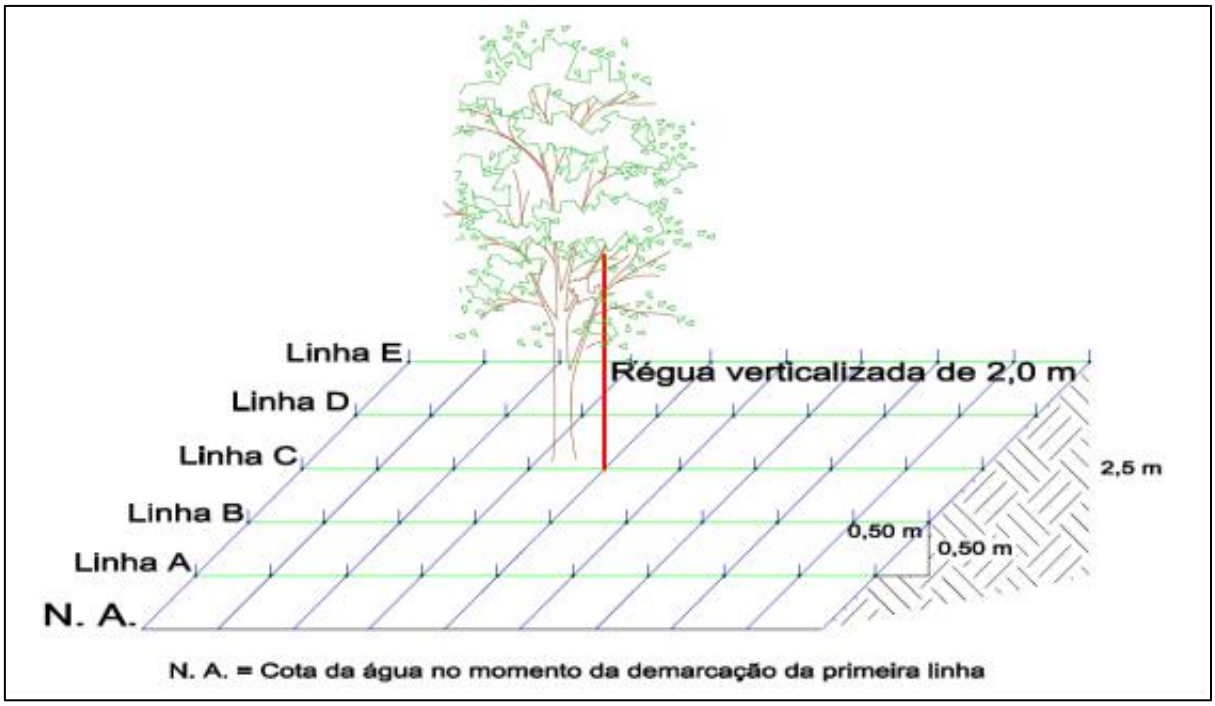

Figura 11- Desenho ilustrando a divisão por cotas em uma UA.
Fonte: ANTOLINI, 2011.

Para a demarcação dos pontos nas UA's e das respectivas cotas de elevação do talude, foi utilizado um GPS de navegação, uma mangueira de nível e uma trena, na qual demarcou- se o nível da água e a sua respectiva altitude. Com base nessas informações, determinou-se (utilizando-se a mangueira de nível e a trena) as demais cotas localizadas na parte superior de cada UA e suas respectivas altitudes em relação ao primeiro ponto.

Para a classificação e coleta das formas de vida nas UA's foram utilizados materiais como: um paquímetro, uma pinça, uma lupa possuindo uma régua dividida na escala do décimo de milímetro, um canivete e uma régua de coleta. O levantamento florístico dos estratos herbáceo, arbustivo e lianas aqui denominadas análise das formas de vida, foi classificado seguindo a nomenclatura tradicional taxonômica conforme o sistema de Tryon & Tryon (1982) para Pteridophyta e de Cronquist (1988) para Magnoliophyta. As plantas foram identificadas e registradas em uma planilha de campo, sendo algumas espécies coletadas, registradas e prensadas em uma exsicata para identificação em laboratório.

No tocante à análise dos caracteres funcionais dos indivíduos "tocados" pelo bastão graduado e que, por consequência, fizeram parte da amostragem, foram

analisados as diferentes características de cada espécie, sendo estas elencadas na tabela 1 a seguir:

Tabela 1- Lista dos diferentes caracteres funcionais analisados em cada forma de vida inseridas nos pontos amostrais da UA.

Código	Símbolo	Caracteres									
t1	**FC**	forma de crescimento	1	solitária	2	roseta	3	cespitosa			
t2	**IP**	inclinação da planta	1	prostada	2	semi-ereta	3	ereta			
t3	**AP(cm)**	altura da planta									
t4	**CF(mm)**	comprimento da folha									
t5	**LF(mm)**	largura da folha									
t6	**CI_P**	cota de inserção da planta	1	Cota 1	2	Cota 2	3	Cota 3	4	Cota 4	5 Cota 5
t7	**TF**	tipo da folha	1	membranosa	2	herbácea	3	coriácea	4	suculenta	5 fibrosa
t8	**SU_ESP**	presença de espinhos folha	1	sim	0	não					
t9	**SU_PEL**	presença de pelos na folha	1	sim	0	não					
t10	**SU_CER**	cerosidade na folha	1	sim	0	não					
t11	**SU_GLA**	glândulas na folha	1	sim	0	não					
t12	**SU_EST**	superfície estriada	1	sim	0	não					
t13	**SU_DOBR**	folha dobrada	1	sim	0	não					
t14	**SU_TUBO**	folha em tubo	1	sim	0	não					
t15	**SU_SBA**	somente bainha	1	sim	0	não					
t16	**LT(mm)**	largura do talo									
t17	**TT**	tipo de talo	1	herbáceo	2	lenhoso					
t18	**TT_RAST**	talo rasteiro	1	sim	0	não					
t19	**TT_RÍGIDO**	talo rígido	1	sim	0	não					
t20	**TT_FLEX**	talo flexível	1	sim	0	não					
t21	**TT_POFL**	talo pouco flexível	1	sim	0	não					
t22	**TT_ESP**	talo com espinhos	1	sim	0	não					
t23	**TT_PEL**	talo com pelos	1	sim	0	não					
t24	**TT_ENTN**	talo com entre-nós	1	sim	0	não					

Fonte: CRUZ (2005).

Convém ressaltar o cuidado imposto no processo de identificação e caracterização das espécies que fizeram parte da amostra, ou seja, tocadas pelo bastão. A atividade de verticalização do bastão requer cautela tanto para a visualização dos indivíduos tocados pelo mesmo, como para preservar um ângulo retilíneo no processo de elevação do bastão até a altura desejada (2 metros).

A descrição quantitativa envolveu o registro das características sobre cada uma das populações identificadas, tais como espécie, família, índice de cobertura ou biomassa dentro da comunidade. O índice de cobertura foi estimado visualmente em cada área amostral, sendo este índice correspondente à projeção vertical da parte

aérea das plantas de uma dada população sobre a superfície do solo, a qual se expressou em percentagem da área total da comunidade (PILLAR, 1996).

A análise da cobertura vegetal (índice) foi realizada segundo método proposto por Mueller-Dombois & Ellenberg (1974), tendo a vantagem de poder ser avaliada para qualquer forma vegetal e ser um bom indicador da biomassa da população, desde que avaliada por estratos verticais. A seguir é apresentada a escala combinada de abundância-cobertura de Braun-Blanquet (1964) que é a mais conhecida e que segundo estudos de Leps e Hadincova (1992), se mostrou uma das mais eficientes no reconhecimento dos tipos de vegetação:

5: qualquer número de indivíduos, cobrindo mais de 3/4 da área;

4: qualquer número, cobrindo de 1/2 a 3/4 da área;

3: qualquer número, cobrindo de 1/4 a 1/2 da área;

2: qualquer número, cobrindo de 1/20 a 1/4 da área Mueller-Dombois e Ellenberg, (1974) ou cobrindo de 1/10 a 1/4 da área Braun-Blanquet (1964);

1: numerosos ou esparsos, mas cobrindo menos de 5% da área;

+: poucos indivíduos, cobertura muito baixa; e r: planta solitária, rara, cobertura muito baixa.

Para análise quantitativa e maior praticidade a campo, os símbolos da escala foram transformados para números (conforme sugestão do próprio autor). A transformação foi feita com base na cobertura média (5 = 87,5%; 4 = 62,5%; 3 = 37,5%; 2 = 15%; 1 = 2,5%; + = 0,1%; r = 0,01%; ausente = 0%).

Com isso, para cada espécie pertencente à amostra, gerou-se um índice de cobertura, que juntamente com as demais características vistoriadas, foram registrados em planilha de campo para posterior interpretação dos resultados.

3.2.3 Análise dos dados

A análise estatística dos dados foi realizada pelos softwares SYNCSA (PILLAR, 2002b), MULTIV (PILLAR, 2001) e IHA (*Indicators of Hydrologic Alteration)*_versão 7.1, (RICHTER et al. 1996), onde por meio da análise multivariada foram relacionadas várias variáveis simultaneamente, sendo todas consideradas igualmente importantes, pelo menos inicialmente (MANLY, 2008). Este

tipo de análise se refere a todas as técnicas estatísticas que simultaneamente analisam múltiplas medidas ou relações sobre indivíduos ou objetos de investigação, prestando-se a gerar hipóteses e não tecer confirmações a respeito dos mesmos (VICINI, 2005).

Ainda segundo o autor, qualquer análise simultânea de mais do que duas variáveis pode ser considerada, a princípio, como multivariada, resultando assim em múltiplas combinações de variáveis e não somente no número de variáveis ou observações. Segundo McGaril et al. (2000) existem diversas vantagens no uso da análise multivariada em estudos ecológicos, ressaltando a melhor retratação do caráter multidimensional e a natureza multivariada dos sistemas ecológicos naturais; a facilidade em trabalhar com grandes conjuntos de dados com diversas variáveis; permitem combinar as variáveis de maneira otimizada e permitem a exploração de conjuntos de dados complexos para detectar padrões e relações através dos quais hipóteses podem ser geradas e testadas.

Contudo, como primeiro “tratamento” dos dados coletados a campo em cada UA, realizou-se a análise dos componentes principais, que segundo o mesmo autor, é elaborada para reduzir o número de variáveis que necessitam ser consideradas a um número menor de índices, os quais são combinações lineares das variáveis originais.

Posteriormente, para complementação da análise de componentes principais e descrição de um conjunto de “X” variáveis em termos de um número menor de índices ou fatores, utilizou-se a análise de fatores com o software MULTIV (PILLAR, 2001). Este teste serviu para obter uma melhor compreensão do relacionamento destas variáveis já que as mesmas são baseadas em um modelo enquanto que a análise por componentes principais é baseada em um modelo estatístico particular (PILLAR, 2001).

Este software trabalha com dados qualitativos, quantitativos e mistos, oferecendo variadas opções para a transformação dos dados, podendo realizar testes de aleatorização rápida em comparações univariadas ou multivariadas entre os grupos de unidades de amostragem definidos por um ou mais fatores.

Em sequência, deu-se a medida de semelhança, ordenação e análise de agrupamentos com o objetivo de agrupar os objetos em classes de modo que os elementos mais similares estejam na mesma classe. Os grupos foram definidos com base nas análises de agrupamentos através do índice de Gower (utilizado para

dados quantitativos com escalas diferentes), sendo estes analisados entre as UA's e tendo como critério de agrupamento a ligação média não ponderada (UPGMA).

Ainda com o MULTIV (PILLAR, 2001), realizaram-se testes de aleatorização comparando os grupos formados das UA's. A significância do nível de partição foi testada através do teste de aleatorização com mil (1000) iterações. Com o IHA, (RICHTER et al. 1996), foram avaliadas as alterações hidrológicas para o período compreendido de 1958-2013, ou seja, pré e pós-implantação da UHE PSJ.

Segundo Opperman (2006), a principal função do S*oftware* IHA é, através do cálculo da variedade estatística, comparar conjuntos de dados hidrológicos para avaliar o efeito das alterações antes e depois de barramentos em rios. Os dados utilizados e analisados pelo *software* basearam-se em dados hidrológicos diários de vazões, sendo a série classificada como: vazões baixas, vazões extremamente baixas, pulsos de vazão alta, pequenas inundações e grandes inundações, além da confecção da curva de permanência das vazões para cada período.

Posteriormente, foi utilizado o software SYNCSA (PILLAR, 2002b) para a execução de algoritmos e determinação do subconjunto ótimo de atributos. Este software é um programa/aplicativo desenvolvido para a análise de meta-comunidades com base em características funcionais e filogenia dos componentes da comunidade, podendo realizar uma análise integrada das matrizes fenotípicas e filogenéticas da comunidade e do meio ambiente. Este software possui diferentes algoritmos de otimização disponíveis para selecionar subconjuntos de características e número de tipos funcionais, maximizando correlações matriciais entre traço de convergência (TCAP) e os padrões de montagem traço de divergência (dTpa), sinal filogenético e as variáveis ambientais (PILLAR, 2002b).

Com a descrição de comunidades usando atributos, obtiveram-se dados arranjados nas seguintes matrizes: uma matriz B descrevendo indivíduos ou populações por atributos, uma matriz W com as performances (qualitativas ou quantitativas) desses indivíduos ou populações nas comunidades, e uma matriz E descrevendo os sítios das comunidades por fatores ou efeitos nos ecossistemas (PILLAR e SOSINSKI, 2003).

Ainda segundo o autor, a validação dos dados pode ser efetuada através da análise de congruência entre a matriz de cobertura das formas de vida, a matriz de caracteres funcionais que avalia os caracteres que possuem valor adaptativo e a matriz de variáveis descritoras do regime de pulsos hidrológicos. Na Figura 12 é

apresentada a lógica operacional do programa SYNCSA (PILLAR, 2002b), onde o algoritmo permite identificar o subconjunto ótimo de caracteres adaptativos e de grupos de populações de formas de vida (Tipos Funcionais de Plantas) que melhor ajustem as matrizes de cobertura de formas de vida e de descritores ambientais (variáveis de pulsos hidrológicos) do ambiente em análise.

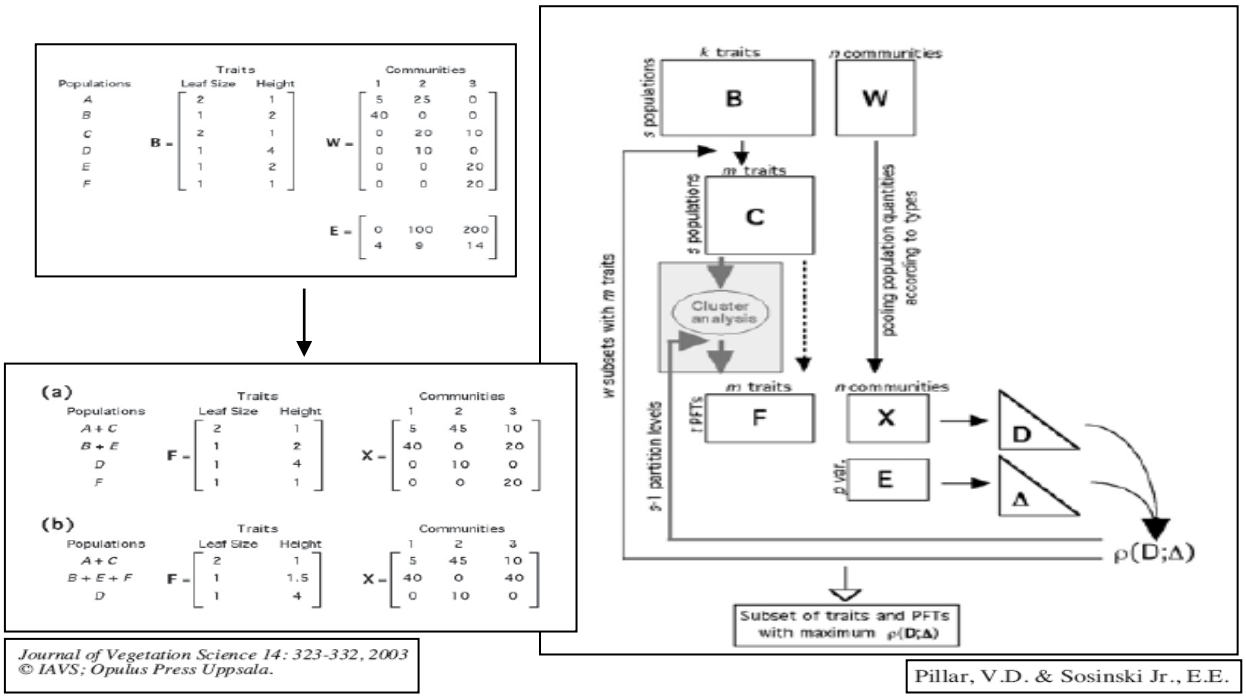

Figura 12- Lógica operacional do programa SYNCSA.
Fonte: Pillar e Sosinski Jr. (2003).

A análise de agrupamentos da matriz B define uma matriz U contendo graus de pertinência (*uig*) de cada indivíduo ou população a tipos funcionais (TFs). Usando multiplicação de matrizes e uma ponderação apropriada, a matriz X = U'W conterá a composição de TFs nas comunidades, ou seja, descreverá comunidades por tipos de organismos.

A matriz T = B'W, conterá as médias ou freqüências de cada atributo nas comunidades. Ambas as matrizes X e T podem ter sua associação avaliada em relação à matriz E usando correlação matricial a partir de matrizes de distância derivadas. Segundo Pillar e Sosinski (2003), métodos iterativos podem auxiliar a

aperfeiçoar o subconjunto de atributos e o número de grupos com base em B, de tal forma a maximizar a relação entre X e E ou entre T e E.

Além dessas características específicas descritas e determinadas pela execução do programa, foram analisadas outras possibilidades de fusão de dados para uma discussão e melhor descrição do ambiente real visualizado a campo.

CAPÍTULO I

ANÁLISE ADAPTATIVA DA VEGETAÇÃO RIPÁRIA DE UM TRECHO DE VAZÃO ALTERADA NA UHE PASSO SÃO JOÃO

RESUMO

O barramento de rios para utilização da água como fonte energética causa vários impactos ao meio ambiente, um dos principais é a alteração do regime natural de pulsos de vazão e, muitas vezes, a redução da vazão a jusante das obras. A redução da vazão em determinados trechos do curso d´agua, além de necessitar um estudo aprofundado a respeito dos impactos causados pela redução do nível de água a jusante da seção de aproveitamento, demanda um estudo relacionando a adaptação das diversas formas de vida alí existentes com as variáveis ambientais encontradas na área. Estes fatores relacionados com as características morfofisiológicas das diferentes espécies encontradas nestes locais antes e depois das alterações poderão determinar se o ecossistema atual, analisadas por cotas altimétricas e projetadas de forma paralela ao nível da água no talude marginal, terá condições de se adaptar às cotas inferiores verificadas após a implantação do barramento, ou seja, no trecho de vazão reduzida (TVR). Esta análise foi realizada pelo método de pontos, que consistiu em uma amostragem da vegetação em três unidades amostrais (UA's) locadas no TVR na Usina Hidrelétrica Passo do São João, localizada no município de Roque Gonzales-RS. Desta forma, foi possível determinar quais caracteres funcionais das plantas estabelecidas na antiga cota natural do rio possuíam maior valor adaptativo e consequentemente maiores condições e mais eficientes, de se estabelecer nas cotas inferiores do talude marginal alterado pelo barramento. Além disso, pode-se observar a alta congruência entre os resultados das correlações pré e pós-barramento, demonstrando assim a similaridade destes dois períodos, ou seja, analisando do ponto de vista adaptativo, não foram significativas as alterações adaptativas sofridas pela vegetação até o momento. Isso pode ser explicado pelo fato do barramento ser um empreendimento "novo" no ponto de vista evolutivo das espécies e suas variações adaptativas ainda não terem manifestado significância no ambiente vegetal.

Palavras chave: Adaptação vegetal, impacto ambiental, vazão alterada.

CHAPTER I

ADAPTIVE ANALYSIS OF THE RIPARIAN VEGETATION OF A ALTERED FLOW STRETCH IN THE HEP PASSO DO SÃO JOÃO

ABSTRACT

The barring of rivers for water use as an energy source causes many impacts to the environment, one of the major is the alteration of the natural regime of flow pulses and often, the reduction of the downstream flow of the works. The flow reduction in certain stretches of the waterway, besides requiring a detailed study about the impacts caused by the reduction of the water level downstream of the utilization section, demand a study relating to the adaptation of the various life forms existing there with the environmental variables found in the area. These factors related to the morphophysiological characteristics of the different species found in these locations before and after of the changes may determine if the current ecosystem, analyzed by altimetric quotes and developed in a parallel form to the water level in the marginal slope, will be able to adapt to lower quotes verified after implementation of the barring, in other words, in the stretch of reduced flow (SRF). This analysis was performed by the points method, which consisted on a vegetation sampling in three sampling units (SU's) located in the SRF at the Hydroelectric Plant Passo do São João, located in town of Roque Gonzales-RS. Thus, it was possible to determine which functional characters of the plants established in the former natural quote of the river had higher adaptive value and consequently better conditions and more efficient, to establish on the lower quotes of the marginal slope altered by the barring. Furthermore, one can observe high congruence between the results of the correlations before and after the barring, demonstrating the similarity of these two periods, in other words, analyzing of the adaptive point of view, it was not significant the adaptive alterations occurred by the vegetation till now. This can be explained by the fact that the barring be a "new" undertaking in the evolutionary point of view of the species and their adaptive variations has not yet manifested significance in the vegetal environment.

Keywords : vegetable adaptation , environmental impact , altered flow .

INTRODUÇÃO

A alteração no regime hidrológico ocasionado pela instalação de uma barragem gera, entre outros impactos, a inundação de áreas, a formação de um trecho de vazão reduzida (TVR) à jusante da obra e impactos na vegetação existente. Por estas áreas apresentarem vazão inferior ao verificado antes da implantação da obra e consequentemente redução dos picos de inundação existentes antes da implantação do empreendimento, forma-se uma porção com vegetação ausente e/ou com variabilidade e proporção abaixo da normal pré-existente (SILVEIRA, 2006).

Pillar (2002a), relata em seus estudos que alterações na aparência ou fisionomia das vegetações expressam uma resposta da planta às condições ambientais que são impostas à mesma. Esta resposta vegetativa define quais espécies são mais adaptadas a determinadas áreas ou regiões e em função das suas características (caracteres funcionais), buscam-se relações entre as comunidades de plantas existentes.

Ainda segundo o autor, geralmente as diferentes fisionomias expressam alterações na combinação de tipos vegetais que ocorrem juntos em um dado espaço, ou seja, expressam diferentes comunidades vegetais onde ocorrem certas combinações que se repetem, revelando assim padrões de variação que podem ser relacionados a alterações do ambiente.

Cruz (2005), em seus estudos observa que os agrupamentos de espécies em pequenas diferenças de cotas são muito diferentes e que mesmo assim podem ter descritores do regime de pulsos significativamente diferentes, neste caso, as alterações de vazões de alta frequência e a baixa magnitude podem ter altos impactos ambientais sobre as comunidades vegetais.

Para a avaliação e análise, partiu-se do pressuposto de definir o critério do impacto zero como linha de base para avaliação de um empreendimento, ou seja, como se desconhece como eram os ecossistemas antes da interferência e ocupação europeia (ambiente preservado), partiu-se da ideia que o empreendimento não deva reduzir a integridade do ecossistema no qual está inserido mais do que ele já está degradado (SILVEIRA et al.1998).

Com isso, a partir da identificação dos caracteres funcionais mais presentes na vegetação da área em estudo, e que, teoricamente são interpretados como as variáveis que definem a adaptação daquelas formas de vida ao ambiente inserido, buscou-se identificar as espécies que possuíam tais características (adaptadas) e assim formular uma argumentação explicativa final.

Este estudo justifica-se devido à necessidade de se realizarem estudos visando à determinação e avaliação da adaptação da vegetação ribeirinha presente em ambientes modificados (no caso, TVR em usinas hidrelétricas), respondendo se esta vegetação, influenciada diretamente pelos pulsos de vazões, teria condições de se adaptar e/ou migrar para as cotas inferiores do talude após a instalação de um barramento que modificou as condições atuais de determinado trecho do curso d'agua. Sua importância está diretamente relacionada à minimização dos impactos ambientais gerados com a implantação de um empreendimento, bem como para a aceleração do processo de restauração do ambiente modificado.

1 MATERIAL E MÉTODOS

1.1 Área de estudo

A área de estudo localiza-se inserida na UHE Passo do São João, implantada no rio Ijuí, mais especificamente no município de Roque Gonzales- RS, latitude 28º 07' 51 ao sul e 55º 01' 33 de longitude, fazendo parte da Bacia do Rio Ijuí na região Noroeste do Estado. Estando à aproximadamente 600 km de Porto Alegre (RS), o reservatório abrange também os municípios de São Luiz Gonzaga, São Pedro do Butiá e Rolador (SILVEIRA, 2006).

O município de Roque Gonzales possui uma extensão territorial de 346,62km² e uma população de 7.203 habitantes, apresentando assim uma densidade demográfica de 20,78 hab/Km² (IBGE, 2010). Segundo Streck et al. (2008), referente aos tipos de solos existentes no município e região, têm-se uma maior ocorrência de neossolos regoliticos eutroficos lepticos ou típicos.

Ainda segundo o autor, o solo da região é classificado principalmente em áreas de agricultura, campos e matas. As margens do Rio Ijuí apresentam poucos remanescentes de mata ciliar, sendo verificado o uso intensivo das áreas próximas aos corpos hídricos para agricultura e pastagem.

Conforme o sistema de classificação de Köppen, a região apresenta um clima temperado chuvoso e quente (Cfa) úmido em todas as estações, apresentando verões quentes. No tocante a precipitação na região, dados registrados no período de 1988 a 2002 revelaram uma média anual de 2210 mm, distribuídos ao longo do ano e com maior intensidade nos meses de março e abril, setembro e outubro. (UNIJUÍ, 2003).

A UHE Passo São João faz parte de um sistema de usinas em cascata no Rio Ijuí, sendo precedida pela UHE São José, no município de Cerro Largo. É uma usina a fio d'água, ou seja, seu reservatório tem a função de manter somente o desnível necessário para a geração de energia. A usina é constituída de uma barragem que utiliza um canal de adução para conduzir a água até a casa de força de forma a

aproveitar a queda natural do rio Ijuí, com potência instalada de 77 MW (SILVEIRA, 2006).

Esta barragem possui um vertedor com 10m de altura e 145m de comprimento, operando a uma lâmina máxima de 21m de altura, com 11m de armazenamento sobre a soleira vertente, sendo que o reservatório de tomada de água alaga uma área de aproximadamente 20 km².

Com sua implantação, formou-se um TVR de aproximadamente 4 km de extensão compreendido entre a barragem e a casa de força com regime inferior de vazão, onde escoa um regime de vazões de acordo com prescrições determinadas no processo de licenciamento do empreendimento. Neste trecho de rio com vazão alterada, que tem início à jusante da barragem e finaliza-se na seção de efluência das vazões turbinadas, foram inseridas três unidades amostrais (UA´s) para avaliação da vegetação local conforme apresentada na figura 1.

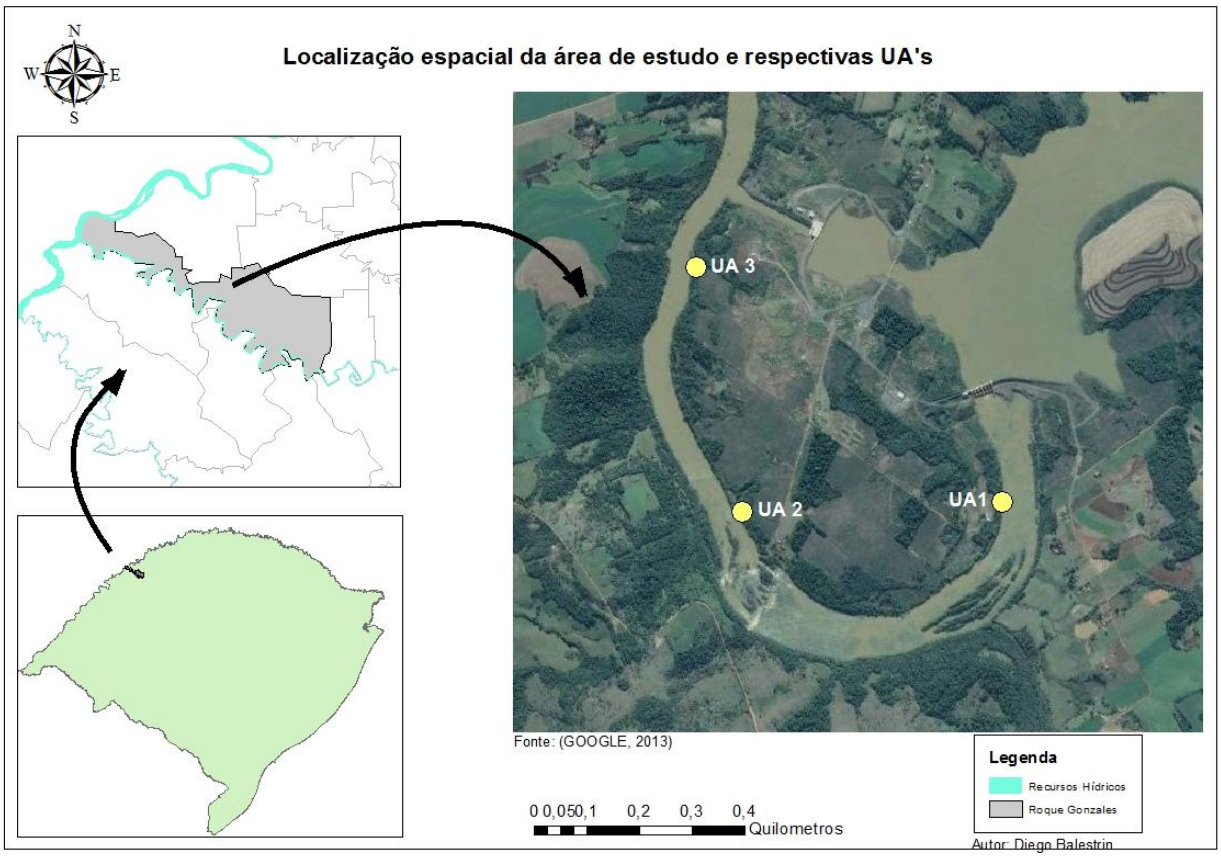

Figura 1- Localização espacial da área de estudo e das respectivas UA's.

O processo de locação das UA's e respectivas cotas altimétricas envolveu uma amostragem sistemática por intervalos de cotas de inundação. Este intervalo foi definido a campo através da observação da declividade da encosta e da zona de vegetação, bem como da estimativa do nível máximo de inundação em cada UA, sendo complementado com unidades adicionais para caracterizar transições muito abruptas no espaço.

1.2 Definição das UA's e cotas altimétricas

Ao longo da seção, em pelo menos uma das margens, foram locadas 3 (três) UA´s conforme localização apresentada na figura 1 anteriormente exposta. Estas UA's foram definidas pelo fato das áreas possuírem características visualmente representativas do TVR, estarem bem distribuídas e possuírem acesso via terrestre, aquática, ou ambas.

A definição das cotas altimétricas de inundação e consequentemente das linhas de análise da vegetação no talude basearam-se nos ajustes da curva chave da Ponte Mística. Este ajuste deu-se por meio da análise dos dados de vazão diária do período compreendido entre 1958 a 2008, ou seja, período de pré-estabelecimento da barragem. Por intermédio da utilização dos dados de vazões disponíveis para este período através do posto fluviométrico 75320000 (Ponte Mística), obtiveram-se, mediante a equação 1 apresentada a seguir, os dados das cotas para suas respectivas vazões.

$$C_{est} = \left[\left(\frac{Q}{0{,}095} \right)^{\frac{1}{1{,}534}} + 52 \right] \qquad (1)$$

Sendo:
C_{est}= valor estimado da cota (cm).
Q= Vazão (m^3/s).
Fonte: Adaptado de Silveira et al. (2006).

Cabe ressaltar que esta equação foi utilizada para a elaboração da prescrição das vazões ecológicas e estudos dos impactos ambientais para o referente TVR antes da implantação da UHE Passo São João, conforme Relatório referente a AS Nº 90580170 (SILVEIRA, 2009).

Diante das informações geradas, foram relacionados os dados hidrológicos do período pós-barramento (2011-2013) disponibilizados pela ELETROSUL com os dados reais medidos com a utilização do ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) em cada UA. Para os dados hidrológicos do período pós-barramento foram analisadas informações diárias de vazões vertidas do período de agosto de 2011 até dezembro de 2013.

Esses dados representaram as vazões liberadas em excesso no TVR, geralmente após um período prolongado de chuvas, ou seja, refletiam as vazões máximas liberadas, representando com isso os picos máximos de vazões vertidas no TVR. Para fins de cálculos, foi considerado o período de setembro de 2011 a dezembro de 2013, já que o mês de agosto de 2011 possuía dados incompletos.

Diante dos dados reais coletados no TVR com o ADCP e por meio da curva chave gerada para o período pré-barramento (1958-2008), montou-se a equação 2 com a finalidade de aproximar os valores de cota/vazão pré e pós empreendimento e assim ajustá-los com base nos dados reais medidos à campo.

$$C_{est} = \left[\left(\frac{Q}{0{,}095}\right)^{\frac{1}{1{,}534}} + 57{,}62064\right] \qquad (2)$$

Sendo:
C_{est}= valor estimado da cota (cm).
Q= Vazão (m^3/s).
Fonte: Adaptado de Silveira et al. (2006).

Após os ajustes, estimaram-se os níveis máximos das vazões vertidas no TVR e suas respectivas cotas altimétricas projetadas nos taludes de cada seção. O processo de confecção/montagem das UA´s envolveu uma amostragem sistemática por intervalos de cotas.

Porém, devido ao fato da locação das UA’s terem sido realizadas no mês de outubro de 2012 e a análise vegetativa no mês de dezembro do corrente ano,

observou-se uma redução no nível da água no TVR, desta forma, acrescentou-se uma nova cota altimétrica paralela ao nível da água. Contudo, em cada UA foram dispostas 6 (seis) cotas de 50 em 50 cm, de forma linear de “A” à “F” ao longo da curva de nível, formando deste modo uma malha de 60 pontos amostrais por UA

Para a demarcação das UA’s e de seus respectivos níveis/cotas de inundação projetados no talude, foram utilizados um GPS de navegação, uma mangueira de nível e uma trena, onde baseado nas informações coletadas no nível da água definiu-se as demais medidas (cotas) talude acima.

1.3 Levantamento das formas de vida e caracteres funcionais

A classificação das formas de vida nas diferentes cotas altimétricas das 3 (três) UA’s plotadas deu-se com o uso de determinados materiais como: um paquímetro, uma pinça, uma lupa (possuindo uma régua dividida na escala do décimo de milímetro), um canivete e uma régua de coleta.

A definição das populações foi realizada delimitando-se as populações ou táxons primários a partir das semelhanças dos organismos. As populações foram então avaliadas quanto a um ou mais caracteres relativos às espécies e após esta etapa, as populações idênticas (baseado nos caracteres considerados) foram agrupadas (PILLAR, 1996).

Ainda segundo o autor, por esses caracteres definirem as populações de determinada área das quais as comunidades serão comparadas, os tipos baseados em caracteres definem uma taxonomia analítica por esta poder ser determinada analiticamente a partir dos dados coletados.

Para a análise vegetativa, utilizou-se o método dos pontos adaptado de Vieira e Pessoa (2001), com o número de 10 pontos amostrais por ponto de amostragem, seguindo a orientação de Frizzo e Porto (2004). Diante disso, montou-se uma malha com 60 pontos amostrais por UA (10 pontos por cota), totalizando 180 pontos amostrais, onde em cada ponto foi verticalizada uma régua graduada (bastão) de 2,0 m de comprimento para amostragem vegetativa e análise dos caracteres funcionais de cada espécie tocada pelo mesmo.

Para os indivíduos tocados pelo bastão, foram analisadas diferentes características, sendo estas discriminadas na tabela 1 a seguir:

Tabela 1- Lista dos diferentes caracteres funcionais analisados em cada forma de vida inseridas nos pontos amostrais da UA.

Código	Símbolo	Caracteres										
t1	**FC**	forma de crescimento	1	solitária	2	roseta	3	cespitosa				
t2	**IP**	inclinação da planta	1	prostada	2	semi-ereta	3	ereta				
t3	**AP(cm)**	altura da planta										
t4	**CF(mm)**	comprimento da folha										
t5	**LF(mm)**	largura da folha										
t6	**CI_P**	cota de inserção da planta	1	Cota 1	2	Cota 2	3	Cota 3	4	Cota 4	5	Cota 5
t7	**TF**	tipo da folha	1	membranosa	2	herbácea	3	coriácea	4	suculenta	5	fibrosa
t8	**SU_ESP**	presença de espinhos folha	1	sim	0	não						
t9	**SU_PEL**	presença de pelos na folha	1	sim	0	não						
t10	**SU_CER**	cerosidade na folha	1	sim	0	não						
t11	**SU_GLA**	glândulas na folha	1	sim	0	não						
t12	**SU_EST**	superfície estriada	1	sim	0	não						
t13	**SU_DOBR**	folha dobrada	1	sim	0	não						
t14	**SU_TUBO**	folha em tubo	1	sim	0	não						
t15	**SU_SBA**	somente bainha	1	sim	0	não						
t16	**LT(mm)**	largura do talo										
t17	**TT**	tipo de talo	1	herbáceo	2	lenhoso						
t18	**TT_RAST**	talo rasteiro	1	sim	0	não						
t19	**TT_RÍGIDO**	talo rígido	1	sim	0	não						
t20	**TT_FLEX**	talo flexível	1	sim	0	não						
t21	**TT_POFL**	talo pouco flexível	1	sim	0	não						
t22	**TT_ESP**	talo com espinhos	1	sim	0	não						
t23	**TT_PEL**	talo com pelos	1	sim	0	não						
t24	**TT_ENTN**	talo com entre-nós	1	sim	0	não						

Fonte: CRUZ (2005).

Cabe ressaltar que foi incluído como novo atributo de análise o caractere “identificação da espécie”, (representado pelo código t25), acrescentado para complementar os dados coletados e posterior identificação de espécies com maior riqueza florística existente em cada UA. Além disso, esse parâmetro ajudou na interpretação e correlação dos dados gerados para responder a problemática em questão.

O levantamento florístico dos estratos herbáceo, arbustivo e lianas, aqui denominado análise das formas de vida, foi efetuado em nível de espécie, utilizando-se literatura especializada, consultas a herbários e consulta a especialistas quando necessário. A classificação das espécies seguiu a nomenclatura proposta por Sobral et al. (2006), sendo classificada pela nomenclatura científica, comum e por família.

A partir dos dados vegetativos coletados, estimou-se o índice de cobertura vegetal (em percentagem) para cada espécie tocada pelo bastão, classificando o índice de cobertura médio de cada espécie em (5 = 87,5%; 4 = 62,5%; 3 = 37,5%; 2 = 15%; 1 = 2,5%; + = 0,1%; r = 0,01%; ausente = 0%), conforme metodologia proposta. Este índice foi definido para todas as espécies que fizeram parte da amostragem, sendo separados por cotas e por UA's.

1.4 Análise estatística

A análise estatística utilizada neste estudo para avaliação e interpretação dos dados coletados a campo deu-se através da análise multivariada. Segundo McGaril et al. (2000) existem diversas vantagens no uso da análise multivariada em estudos ecológicos, ressaltando a melhor retratação do caráter multidimensional e a natureza multivariada dos sistemas ecológicos naturais; a facilidade em trabalhar com grandes conjuntos de dados com diversas variáveis; permitem combinar as variáveis de maneira otimizada e permitem a exploração de conjuntos de dados complexos para detectar padrões e relações através dos quais hipóteses podem ser geradas e testadas.

A análise estatística dos dados foi realizada pelos softwares MULTIV (PILLAR, 2001), SYNCSA (PILLAR, 2002b) e IHA (RICHTER et al. 1996). Por meio da análise multivariada, foram relacionadas várias variáveis simultaneamente, sendo todas consideradas igualmente importantes, pelo menos inicialmente (MANLY, 2008). Como primeiro "tratamento" dos dados coletados a campo em cada UA, realizou-se a análise dos componentes principais, que segundo o autor anteriormente mencionado é elaborada para reduzir o número de variáveis que necessitam ser consideradas a um número menor de índices, os quais são combinações lineares das variáveis originais.

Juntamente com a utilização desta ferramenta foi realizada a matriz de semelhança, ordenação e análise de agrupamentos existentes entre as UA's e entre as variáveis dos dados vegetativos coletados na área com o aplicativo computacional MULTIV (PILLAR, 2001). Ainda com o aplicativo, foi aplicado o método de auto-reamostragem para testar a estabilidade dos eixos da ordenação

(PILLAR, 1999). Os grupos foram definidos com base nas análises de agrupamentos através do índice de Gower (utilizado para dados quantitativos com escalas diferentes), sendo estes análisado entre as UA's, tendo como critério de agrupamento a ligação média não ponderada (UPGMA).

Com o IHA (*Indicators of Hydrologic Alteration)*_versão 7.1, *(*RICHTER et al. 1996) foram avaliadas as alterações hidrológicas para o período compreendido de 1958-2013, ou seja, pré e pós-implantação da UHE PSJ. Segundo Opperman (2006), a principal função do S*oftware* IHA é, através do calculo da variedade estatística, comparar conjuntos de dados hidrológicos para avaliar o efeito das alterações antes e depois de barramentos em rios.

Como neste programa não existe parâmetro similar, a série foi preparada no MS Excel, onde para cada cota das 3 (três) unidades amostrais subtraiu-se a cota da série com a cota da amostra. Posteriormente, utilizou-se a função "se", atribuindo valor igual quando o resultado da subtração foi maior ou igual à zero, ou zero quando o resultado da subtração foi menor do que zero.

Deste modo, o resultado expressou a altura da água sobre o talude de cada UA em caso de inundação. Esta série foi então avaliada no programa IHA, sendo utilizados descritores não paramétricos baseados em percentis como descritores dos componentes ambientais. A tabela 2 apresentada a seguir representa os descritores do regime de pulsos de inundação utilizados.

Tabela 2- Descritores do regime de pulsos de inundação utilizados neste estudo, obtidos com o software IHA.

Símbolo	Variável/Cota	Descrição	Unidade (cm)
H1	Jan	altura da inundação janeiro	percentis 10, 25, 50, 75 e 90%
H2	Fev	altura da inundação fevereiro	percentis 10, 25, 50, 75 e 90%
H3	Mar	altura da inundação março	percentis 10, 25, 50, 75 e 90%
H4	Abr	altura da inundação abril	percentis 10, 25, 50, 75 e 90%
H5	Mai	altura da inundação maio	percentis 10, 25, 50, 75 e 90%
H6	Jun	altura da inundação junho	percentis 10, 25, 50, 75 e 90%
H7	Jul	altura da inundação julho	percentis 10, 25, 50, 75 e 90%
H8	Ago	altura da inundação agosto	percentis 10, 25, 50, 75 e 90%
H9	Set	altura da inundação setembro	percentis 10, 25, 50, 75 e 90%
H10	Out	altura da inundação outubro	percentis 10, 25, 50, 75 e 90%
H11	Nov	altura da inundação novembro	percentis 10, 25, 50, 75 e 90%
H12	Dez	altura da inundação dezembro	percentis 10, 25, 50, 75 e 90%
H13	max.1-dia	cota máxima de 1 dia de duração	percentis 10, 25, 50, 75 e 90%
H14	max. 3-dias	cota máxima de 3 dias de duração	percentis 10, 25, 50, 75 e 90%
H15	max. 7-dias	cota máxima de 7 dias de duração	percentis 10, 25, 50, 75 e 90%
H16	max. 30-dias	cota máxima de 30 dias de duração	percentis 10, 25, 50, 75 e 90%
H17	max. 90-dias	cota máxima de 90 dias de duração	percentis 10, 25, 50, 75 e 90%
H18	Num. dias cota zero	número de dias por ano de cota zero	percentis 10, 25, 50, 75 e 90%
H19	Dur. pulsos baixos	duração de pulsos de cotas altas	percentis 10, 25, 50, 75 e 90%
H20	Dur. pulsos altos	duração de pulsos de cotas altas	percentis 10, 25, 50, 75 e 90%

Fonte: Adaptado de CRUZ (2005).

Os dados utilizados e analisados por este software basearam-se em dados hidrológicos diários de vazão, sendo a série classificada como: vazões baixas, vazões extremamente baixas, pulsos de vazão alta, pequenas inundações e grandes inundações. Além disso, confeccionou-se a curva de permanência das vazões anuais para o período pré e pós-barramento (Apêndice A).

Através destes resultados, com o software SYNCSA (PILLAR 2002b), definiram-se as relações existentes entre cada caractere funcional presente nas diferentes espécies vegetais identificadas nas suas respectivas cotas altimétricas das três UA's, bem como sua relação com as demais variáveis hidrológicas e de cobertura vegetativa. As análises no SYNCSA (PILLAR 2002b) foram efetuadas através de uma definição politética de tipos funcionais de plantas, sendo os grupos definidos através de uma análise de agrupamentos através do método UPGMA baseada no índice de similaridade de Gower modificado para contar ausências combinadas em caracteres binários (PILLAR e SOSINSKI, 2003).

Para análise das variáveis ambientais foi efetuada a ordenação por análise de coordenadas principais sobre matriz de distâncias euclidianas, com centralização e

normalização dentro de variáveis e análise de agrupamentos através do método UPGMA sobre a mesma matriz. A congruência mediu o ajuste do subconjunto de caracteres funcionais de plantas com as variáveis ambientais (descritoras do regime de pulsos). A partir dos resultados desta congruência, pode-se interpretar o significado ecológico do regime de pulsos hidrológicos e sua relação com as demais variáveis analisadas.

2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o processo de análise da vazão no TVR (dados estes disponíveis pela ELETROSUL), juntamente com os dados obtidos com o uso do ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) e análise vegetativa a campo, geraram-se inúmeros resultados fundamentais para as discussões que serão apresentadas a seguir.

No Apêndice B, podem-se observar os dados processados das vazões médias vertidas pela barragem no período de agosto de 2011 até dezembro de 2013, bem como a representação gráfica da vazão média diária vertida neste período (Apêndice C). Estes dados correspondem às vazões que passam pelos vertedouros da usina e não geram energia, ou seja, é a vazão liberada diretamente para o TVR, representando assim os picos de vazões máximas geradas por grandes precipitações a montante da barragem.

Com estas informações e diante às medidas de vazão nas três seções do rio (uso do ADCP), altimetria e ajuste da curva chave do posto fluviométrico da Ponte Mística (75320000) e análise dos dados hidrológicos pós-barramento, estimaram-se as cotas altimétricas projetadas no talude de cada UA.

Na UA1, foram desconsiderados os resultados gerados com o deslocamento do equipamento de uma margem à outra através da batimetria da seção com a utilização do ADCP. Isto devido ao fato da área estar localizada em um ambiente com baixa lamina de água e presença de grande quantidade de rochas, o que impossibilitou o deslocamento com o barco.

Comparando-se com as demais medidas a jusante do curso d'agua e os dados de vazão vertida na barragem no mesmo dia, notou-se uma grande divergência (justificando a exclusão dos mesmos), o que pode ser explicado pela heterogeneidade na velocidade de deslocamento do equipamento devido à dificuldade de locomoção causada pela presença de rochas e irregularidades no fundo do canal.

Para a UA2, observou-se uma velocidade máxima no canal de 0,6 m/s e uma vazão média de 42,110 m^3/s. A largura média da seção no ponto 2 foi de 145,79 metros, sendo a profundidade média de 0,535 metros e a velocidade do barco que

foi utilizada para o deslocamento do equipamento de 0,064m/s. A seguir, na figura 2, é apresentada a batimetria do canal na seção em questão.

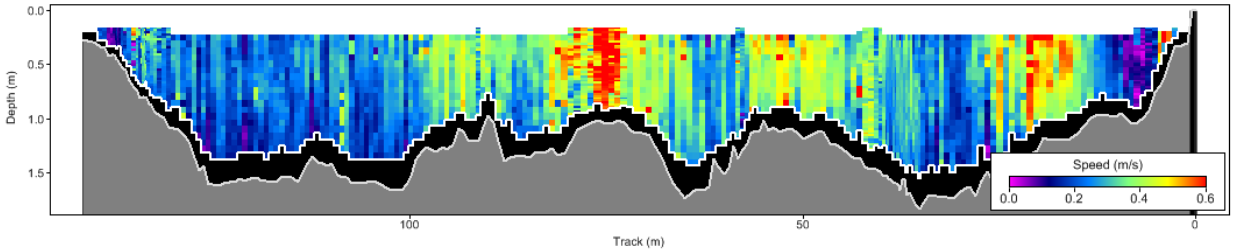

Figura 2- Batimetria da profundidade do canal e velocidade da água encontradas na UA 2.

Para a UA3 foi observada uma redução na velocidade de fluxo da água no canal (0,4 m/s) e um pequeno aumento na vazão para 42,4015 m³/s. A largura média do canal neste ponto foi de 133,015 m e profundidade média de 0,815 m, sendo que a velocidade média do barco no instante de deslocamento foi de 0,0485 m/s. Na figura 3 é apresentada a batimetria do canal na referida seção.

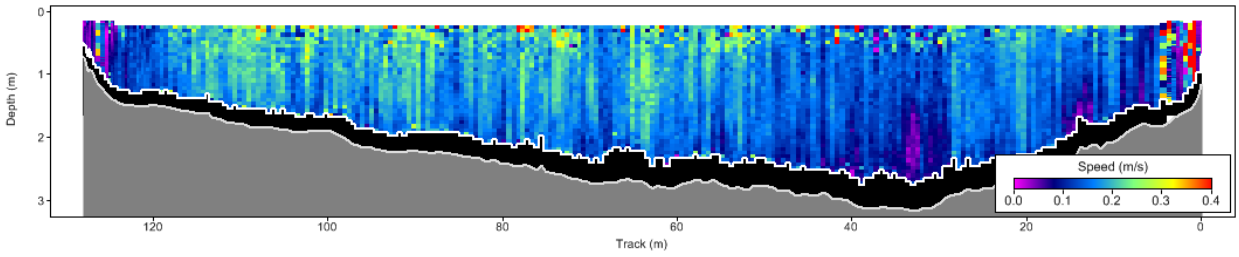

Figura 3- Batimetria da profundidade do canal e velocidade da água encontradas na UA 3.

Contudo, através dos resultados dos estudos de Silveira et al. (2006), pode-se considerar a vazão à jusante da obra igual a vazão vertida pela barragem, pois os afluentes existentes no TVR não contribuem significativamente na vazão do rio naquele trecho. Portanto, como para o mês analisado (outubro), a vazão ecológica definida no processo de licenciamento da barragem era de 46,2 m³/s (Anexo A) e com a utilização do ADCP resultou-se em uma vazão média de 42,25 m³/s,

aproximadamente 4m³/s de diferença, para fins de cálculos foi considerada a vazão média medida com o ADCP.

Devido ao fato do equipamento representar a vazão real do trecho, este gera resultados confiáveis para os ajustes dos dados da curva chave. Com isso, por meio da curva chave gerada (figura 4), foram definidas as cotas de inundação nas três UA's analisadas, sendo a diferença altimétrica entre a UA1 e a UA3 de 18,5 m.

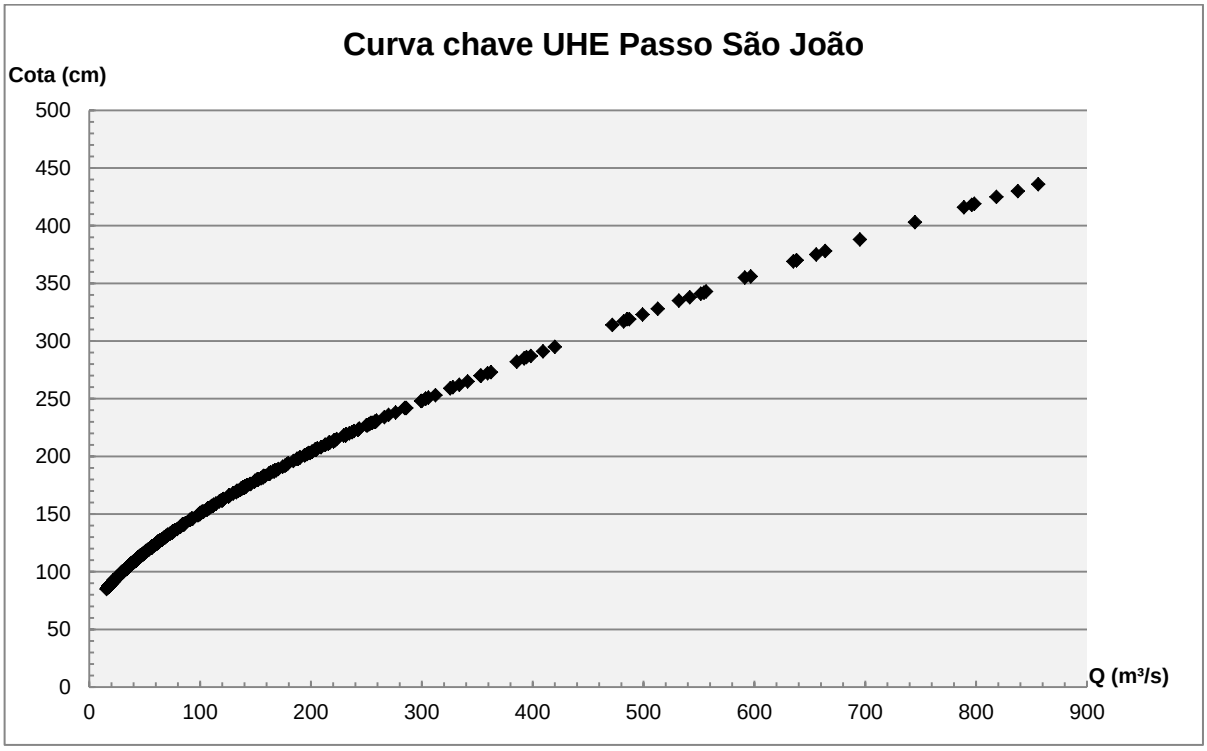

Figura 4- Curva chave da UHE Passo São João representando as vazões e suas respectivas cotas de inundação.

Com o auxílio do software IHA (RICHTER et al. 1996), foi realizada a análise das vazões no período anterior e posterior à implantação da UHE Passo São João, gerando assim maior confiabilidade nos dados hidrológicos estimados e consequentemente maior precisão nos resultados.

No Apêndice D são apresentados os componentes ambientais de vazão para o período compreendido pré-barramento (1958-2008) e pós-barramento (2011-2013). Através da análise dos resultados pré e pós-implantação da usina, pode-se perceber que, apesar destes últimos refletirem os produtos de uma série histórica

curta (3 anos) em comparação com a série pré-barramento analisada (50 anos), notou-se o aumento na frequência de vazões baixas extremas após o barramento da seção.

Por meio da análise de componentes principais, processada com o software MULTIV (PILLAR, 2001), utilizaram-se os valores do eixo I para cada cota e UA analisadas no período pré e pós-barramento para confecção da matriz sintética ambiental e processamento no SYNCSA (PILLAR, 2002b). A escolha de apenas este eixo para representar os dados ambientais de ambos os períodos se deve ao fato destes representarem, em todos os casos, mais de 91% da variância total dos dados.

Em sequência, por meio da matriz sintética dos dados ambientais pré e pós-barramento, caracteres funcionais identificados a campo e índices de cobertura verificados em cada cota, utilizando o software SYNCSA (PILLAR, 2002b), relacionaram-se todos estes fatores entre si para então estipular os componentes vegetais que melhor responderam às alterações do ambiente após o barramento.

Com este processo, gerou-se como resultado uma nova matriz sintética com os caracteres funcionais mais congruentes e, consequentemente, que melhor representavam as alterações sofridas no ambiente analisado. Analisando superficialmente os resultados gerados pré e pós-barramento, pode-se notar uma alta congruência em ambos os períodos, contudo, percebe-se certa diferenciação nos caracteres que melhor respondem as variações em cada um desses períodos.

Para as três UA’s analisadas, com base nos dados pré-barramento observou-se uma congruência média de 0,987163, enquanto que para as mesmas UA’s, porém com base nas variáveis pós-barramento observou-se uma congruência de 0,996029, o que permite concluir que as variações ocorridas neste ambiente pré e pós-barramento não são significativas. Este resultado pode ser explicado pelo fato das alterações ambientais geradas com a implantação da UHE Passo São João ainda não estarem refletindo uma resposta adaptativa no componente vegetal da área e até o momento não refletiram efeitos significativos na vegetação local.

Por estas alterações terem ocorrido recentemente (do ponto de vista adaptativo das espécies), as variáveis vegetativas, no caso os caracteres funcionais analisados, ainda não tiveram tempo hábil para expressar as mudanças ocorridas no ambiente e gerar com isso uma resposta adaptativa nas plantas.

Os caracteres funcionais que apresentaram maior congruência em cada período analisado (pré e pós-barramento), destacando aqui os encontrados com maior frequência foram: forma de crescimento (t1), altura da planta (t3), largura da folha (t5), cota de inserção da planta no solo (t6), tipo de folha (t7), presença de espinhos na folha (t8)_atributo presença ou ausência, presença de pelos na folha (t9)_atributo presença ou ausência, superfície estriada (t12)_atributo presença ou ausência, tipo de talo (t17), talo rasteiro (t18)_atributo presença ou ausência, talo pouco flexível (t21)_atributo presença ou ausência e espécie (t25). Os dados completos do processo, juntamente com as congruências para cada atributo podem ser encontrados no Apêndice J.

Na tabela 3 podem-se verificar os atributos, ou caracteres funcionais mais congruentes encontrados para cada UA no período pré e pós-barramento após o processamento com o software SYNCSA (PILLAR, 2002b).

Tabela 3- Caracteres funcionais mais congruentes para cada UA no período pré e pós-barramento.

	UA's	**Caracteres Funcionais com maior congruência**									
Pré-barramento	**UA1**	t1	t8	t10	t12	t13	t14	t15	t21	t22	t23
	UA2	t7	t8	t10	t13	t14	t15				
	UA3	t10	t12	t13	t14	t15	t17	t18	t22	t24	t25
Pós-barramento	**UA1**	t8	t10	t13	t14	t15	t21	t22	t23	t25	
	UA2	t3	t6	t8	t9	t10	t14	t15	t25		
	UA3	t5	t10	t13	t14	t15	t22	t24	t25		

Contudo, pode-se observar com os resultados gerados desta análise e resumidos na tabela 3, que, alguns caracteres funcionais e/ou características de determinadas plantas já podem ter iniciado o processo de adaptação e migração para as cotas inferiores do talude (consequência do barramento). Esta hipótese se baseou no fato de alguns caracteres, ou atributos ligados à vegetação estarem ausentes no período pré-barramento e presentes no período pós-barramento com alta congruência (caracteres em destaque), ou seja, alto valor adaptativo (ver Apêndice J).

Esta situação, portanto, pode ser devida à inicialização do processo migratório das espécies, onde a altura da planta (t3), largura da folha (t5), cota de inserção da planta no solo (t6) e presença de pelos nas folhas (t9) demonstraram uma rápida resposta vegetal e/ou estão diretamente interligadas (no caso da cota de inserção da planta no solo) a determinada variação adaptativa nas plantas após a implantação da barragem.

No tocante a vegetação encontrada nas três UA's, identificaram-se 31 espécies distribuídas em 21 famílias botânicas distintas, conforme apresentado na tabela 4 a seguir:

Tabela 4- Espécies vegetais encontradas nas UA's e suas respectivas classificações.

Espécie	Nome científico	Nome comum	Família
1	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	laranjeira do mato	Euphorbiaceae
2	*Ageratum conyzoides L.*	mentrasto	Asteraceae
3	*Brachiaria plantaginea (Link) Hitchc.*	brachiaria	Poaceae
4	*Bromus catharticus Vahl.*	aveia-louca	Poaceae
5	*Chrysophyllum marginatum (Hook. & Arn.) Radlk.*	aguaí leiteiro	Sapotaceae
6	*Cissus verticillata (L.) Nicolson & C.E. Jarvis*	cortina japonesa	Vitaceae
7	*Cordia salicifolia Cham.*	chá de bugre	Boraginaceae
8	*Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.*	louro pardo	Boraginaceae
9	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	quina	Rubiaceae
10	*Eugenia involucrata DC.*	cerejeira	Myrtaceae
11	*Eugenia pyriformis Cambess.*	uvaia	Myrtaceae
12	*Eugenia uniflora L.*	pitanga	Myrtaceae
13	*Inga vera Willd.*	Ingá	Fabaceae
14	*Mikania cordifolia (L.f.) Willd.*	guaco	Asteraceae
15	*Pilea microphylla Linn.*	planta-artilheira	Urticaceae
16	*Pithecoctenium crucigerum (L.) A.H.Gentry.*	pente de macaco	Bignoniaceae
17	*Pleurozium schreberi (Bridel) Mitten*	musgo2	Hylocomiaceae
18	*Plinia rivularis (Cambess.) Rotman*	guaburiti	Myrtaceae
19	*Plagiothecium curvifolium Limpricht*	musgo1	Plagiotheciaceae
20	*Sebastiania commersoniana (Baill.) L.B. Sm. & Downs*	branquilho leiteiro	Euphorbiaceae
21	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	sarandi	Euphorbiaceae
22	*Serjania laruotteana Cambess.*	cipó-uva	Sapindaceae
23	*Solanum paranense Dusén.*	joá-velame	Solanaceae
24	*Sorocea bonplandii (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer*	cincho	Moraceae
25	*Terminalia australis Cambess.*	sarandi amarelo	Combretaceae
26	*Trema micrantha (L.) Blume*	grandiúva	Cannabaceae
27	*Adenocalymma dusenii Kraenzl.*	cipó-cruz-amarelo	Bignoniaceae
28	*Peplonia axillaris Fontella & Rapini*	cipó-de-leite	Apocynaceae
29	*Parapiptadenia rigida (Benth.) Brenan*	angico vermelho	Fabaceae
30	*Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo*	flor-de-fogo	Acanthaceae
31	*Marchantia paleacea Bertol.*	hepática	Marchantiaceae

De maneira geral, verificou-se uma frequência maior (riqueza florística) no número de espécies vegetais pertencentes à família das Myrtaceae (13%), constituida por 4 (quatro) espécies distintas, seguida pelas Euphorbiaceae (9,6%) com 3 (três) espécies e posteriormente Asteraceae, Bignoniaceae, Boraginaceae, Fabaceae e Poaceae, com 2 (duas) espécies diferentes cada uma, representando 6,45% cada família, sendo o restante das famílias representados por uma única espécie (3,2% cada).

Os percentuais de cobertura vegetal contendo os dados referentes às diferentes famílias encontradas em cada cota da UA1 são encontrados no Apêndice F. A partir destes dados, foi gerada a figura 5 apresentada a seguir para representar de forma mais dinâmica a variação verificada.

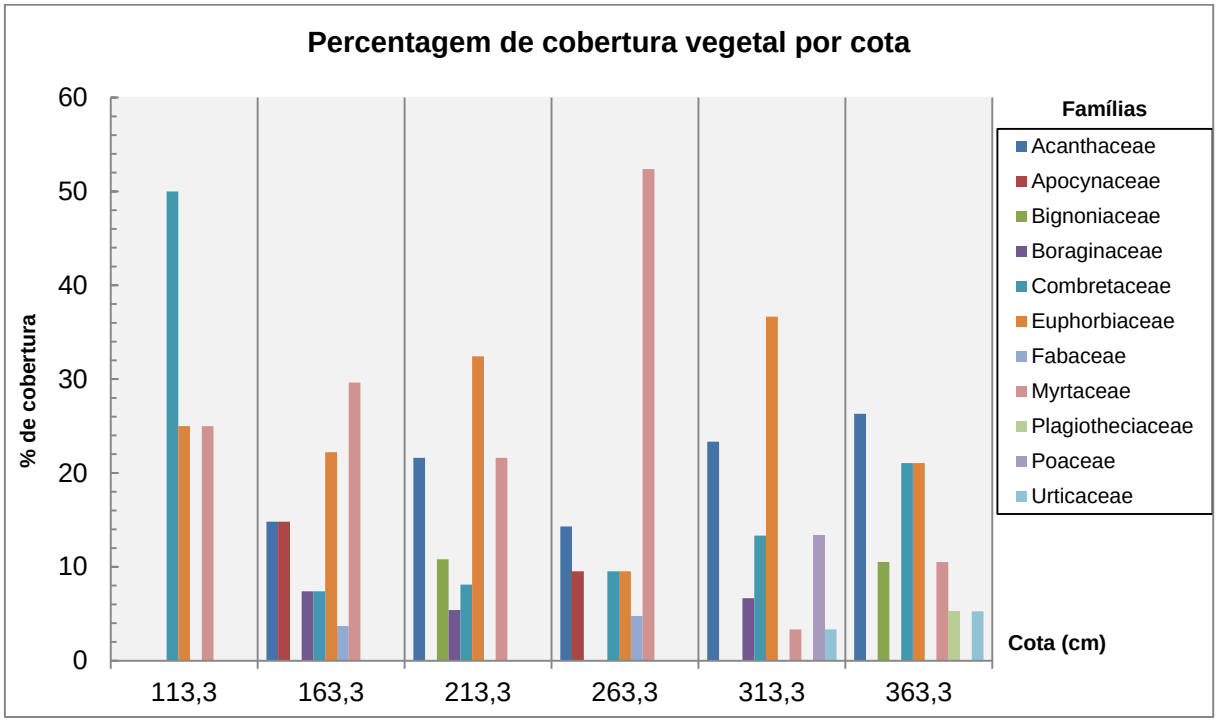

Figura 5- Percentual de cobertura vegetal diferenciado por cotas na UA1.

Diante da análise dos resultados por cota, observa-se a baixa riqueza florística encontrada na cota1 em relação às demais. Este efeito pode estar ligado à adaptação restrita de determinadas famílias e/ou sua inserção em cotas superiores no talude, já que esta cota faz limite com o N.A e, portanto sofre influência direta

deste último. Outra hipótese considerada é que as espécies desta cota já estão iniciando o processo de colonização ou migração, explicando assim a baixa riqueza florística, ligada diretamente à adaptação de algumas espécies a estes ambientes.

Para a UA2, conforme tabela apresentada no Apêndice G, são apresentados os percentuais de ocorrência de cada família vegetal encontrada nas diferentes cotas altimétricas que formavam esta unidade. A partir destes dados, gerou-se a figura 6.

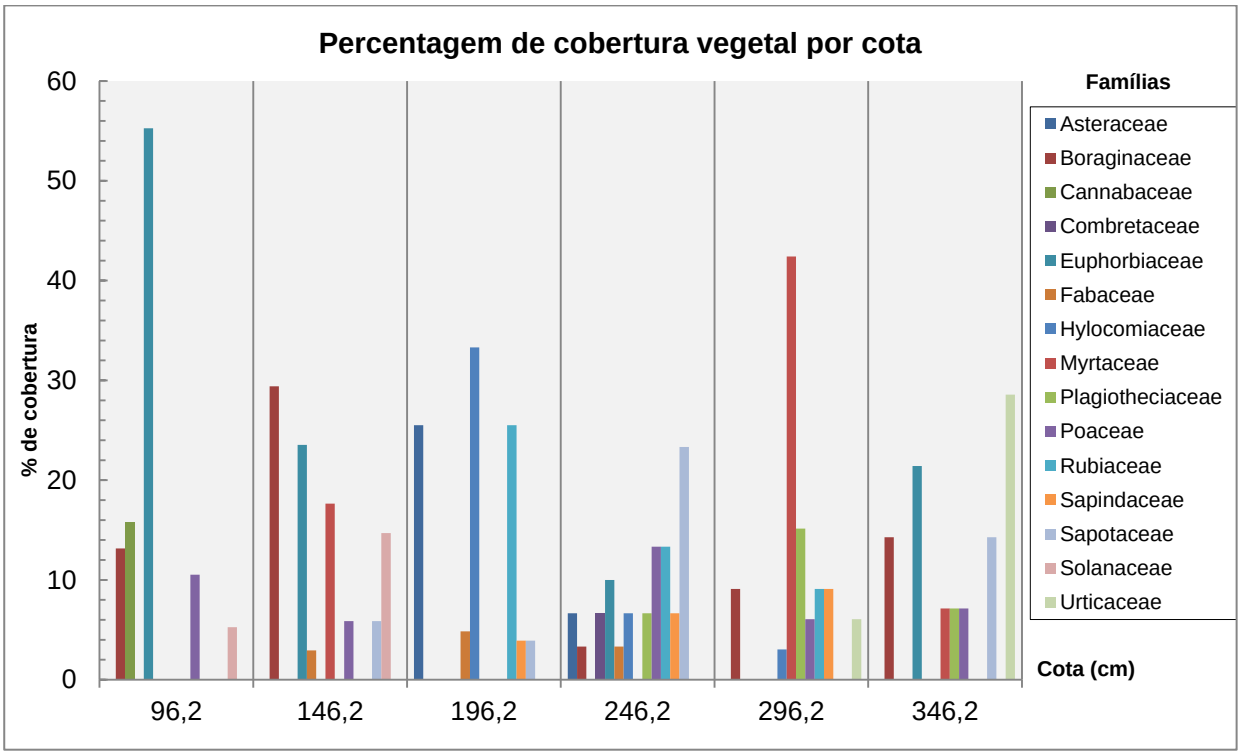

Figura 6- Percentual de cobertura vegetal diferenciado por cotas na UA2.

Por fim, na figura 7 apresenta-se a variação percentual na presença das famílias vegetais distribuídas por cotas na UA3 (Apêndice H).

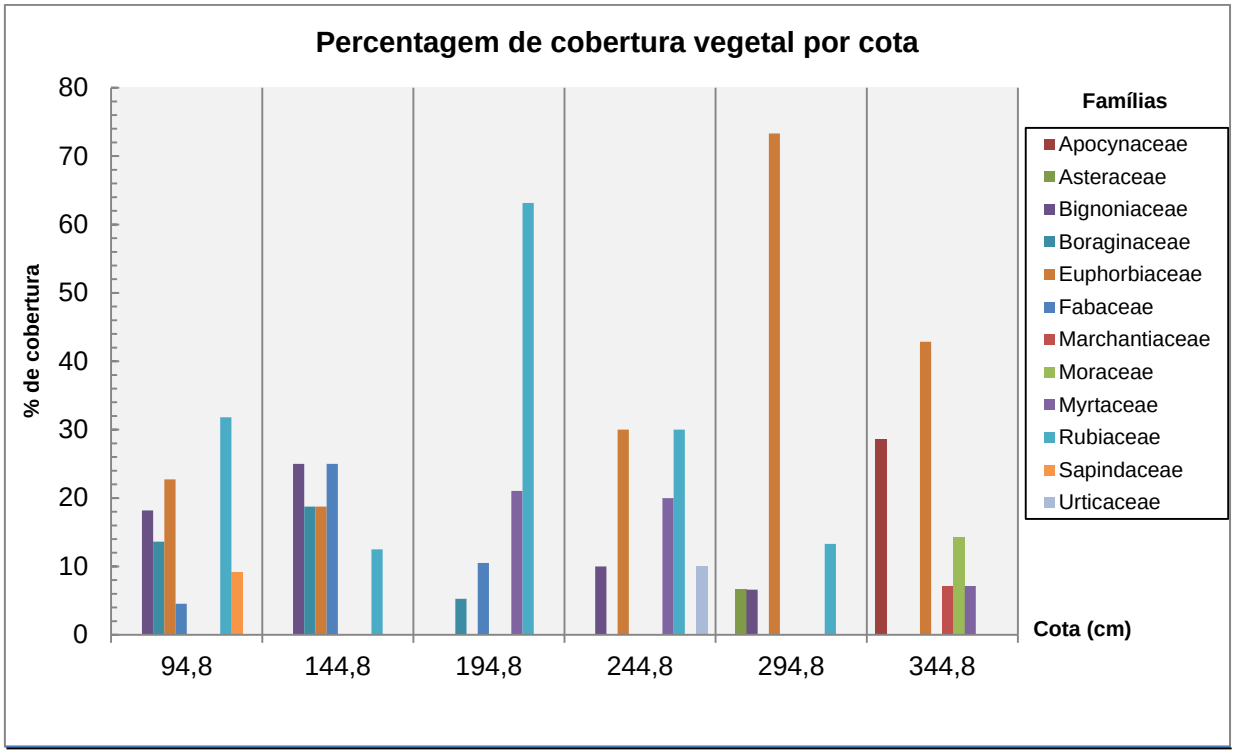

Figura 7- Percentual de cobertura vegetal diferenciado por cotas na UA3.

A partir dos resultados gerados e análise baseada nas cotas de estabelecimento da vegetação ali existente, pode-se observar uma presença maior da família das Euphorbiaceae e Boraginaceae mais próxima ao nível da água. Para a cota 2, analisada de maneira geral, percebe-se a presença de, além das 2 (duas) famílias anteriormente citadas, o acréscimo de espécies da família das Fabaceae e Myrtaceae principalmente. Para a cota 3, nota-se a presença principalmente de Boraginaceae, Myrtaceae e Fabaceae, sendo que na cota 4 acrescentam-se principalmente indivíduos da família das Euphorbiaceae, Rubiaceae e Combretaceae.

Para as cotas 5 e 6 percebe-se uma predominância principalmente das famílias Euphorbiaceae, Myrtaceae e Urticaceae, sendo que na cota 5 aparecem indivíduos da família das Rubiaceae e Poaceae, enquanto que na cota 6 indivíduos da família Plagiotheciaceae.

No Apêndice I, podem-se observar as diferentes espécies encontradas para cada cota nas 3 UA's, bem como suas respectivas famílias botânicas.

3 CONCLUSÕES

Pode-se concluir neste estudo que, mesmo diante das alterações ambientais ocorridas em um ambiente, no caso, oriundas da implantação da UHE Passo São João no rio Ijuí, a variável vegetativa (B), relacionada com a variável ambiental (E) e índice de cobertura (W), não demonstraram significância através das correlações e análises realizadas. Os resultados apresentaram uma forte congruência entre o período pré e pós-barramento, o que demonstra a homogeneidade ambiental diante dos parâmetros avaliados e com isso uma fraca alteração adaptativa na variável vegetativa diante das alterações ocorridas.

Contudo, esta forte congruência ou similaridade entre caracteres esta ligada diretamente ao tempo geracional adaptativo das espécies. Como foi analisada uma área “nova”, com apenas 3 (três) anos de implantação de uma usina hidrelétrica, este período, do ponto de vista evolutivo das espécies é considerado curto e consequentemente não possibilitou a vegetação ali estabelecida se adaptar as novas condições impostas pelo barramento até o momento.

Porém, é fundamental o constante monitoramento e avaliação deste trecho para verificação do seu comportamento hidrológico e identificação de padrões que possam vir a ocorrer neste ambiente. Como o processo adaptativo pode demorar um longo tempo até ocorrer, a verificação de mudanças adaptativas tem grande possibilidade de seguir esta lógica, porém, notou-se uma alteração inicial de padrões em determinados atributos vegetativos, o que pode indicar a migração e/ou adaptação acelerada de determinadas espécies vegetais.

Como recomendações, se sugere o acréscimo de novos atributos e caracteres a serem utilizados para análise vegetal deste ambiente em específico e remoção e/ou adaptação de outros, como por exemplo os caracteres voltados à espécies de gramíneas: folha dobrada (t13), folha em tubo (t14), somente bainha (t15), e alguns atributos ligados às características do talo, já que estes caracteres se mantiveram nulos, ou ausentes, em grande parte das classificações. Contudo, estes atributos podem ser substituídos por características voltadas às espécies arbóreas ou arbustivas de forma que representem melhor o que é encontrado no ambiente e

com isso reflitam melhor uma possível adaptação destas espécies, já que estas são mais frequentemente encontradas na área.

CAPÍTULO II

VARIAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE SOLOS RIBEIRINHOS EM UM AMBIENTE DE VAZÃO ALTERADA PELA PRESENÇA DE UMA USINA HIDRELÉTRICA

RESUMO

A alteração de um ecossistema natural pode induzir variações em diversos elementos e/ou componentes ambientais direta ou indiretamente relacionados entre si. Estas alterações no ambiente original, geralmente ocasionadas pelo agente antrópico podem afetar tanto a ordem física, química como biológica da área, justificando assim a necessidade de um estudo detalhado a respeito do efeito destes impactos no ecossistema. Em ambientes alterados por usinas hidrelétricas, como no caso deste estudo, estas alterações tornam-se a nova identidade do local, sendo cada variável interligada e dependente uma da outra. Neste contexto, a variável solo é peça chave na análise ambiental, pois sofre pressão direta dos pulsos de vazão liberados pelo barramento e com isso cria ou não condições para o desenvolvimento de uma cobertura vegetal e fauna adaptadas a estas condições, forçando uma adaptação e/ou eliminação das espécies menos adaptadas a esta nova situação imposta. Diante disso, este estudo foi realizado em um trecho de vazão reduzida (TVR) formado pela implantação da UHE Passo São João, município de Roque Gonzales-RS, buscando analisar os parâmetros físico/químicos do solo encontrado no talude marginal de três seções deste trecho, analisando a variação destes em diferentes cotas altimétricas, sendo estas cotas definidas em função da variação do nível da água no talude de cada seção. Com isso, através dos resultados gerados, concluiu-se que a variável solo não apresenta variação vertical na ordem física e química em cotas e consequentemente não é considerada significativa na avaliação de alterações ambientais que possam vir a ocorrer nestes ambientes.

Palavras chave: Alterações ambientais, análises físico/químicas, cotas altimétricas

CHAPTER II

PHYSICAL AND CHEMICAL VARIATION OF RIPARIAN SOILS IN AN ALTERED FLOW ENVIRONMENT BY THE PRESENCE OF A HYDROELECTRIC PLANT

ABSTRACT

The alteration of a natural ecosystem can induce variations in several elements and / or environmental components directly or indirectly related to each other. These changes in the original environment, usually caused by anthropic agent can affect the physical, chemical and biological order of the area, justifying the need for a detailed study regarding the effect of these impacts on the ecosystem. In environments altered by hydroelectric plants, as in the case of this study, these changes become the new identity of the place, being each variable interconnected and dependent of one another. In this context, the soil variable is a key part in the environmental analysis, because it is under directly pressure by the pulses of flow released by the barring and this way it creates or not conditions for the development of a vegetation covering and fauna adapted to these conditions, forcing an adaptation and / or elimination of the less adapted species to this new imposed situation. In front of this, this study was conducted in a stretch of reduced flow (SRF) formed by the implantation of the Hydroelectrical Plant of Passo São João, town of Roque Gonzales-RS, aiming to analyze the physical / chemical parameters of the soil found in the marginal slope of three sections of this stretch, analyzing the variation of these in different altimetric quotes, and being these quotes set according to the variation of the water level in the slope of each section. Thus, through the generated results, it was concluded that the soil variable does not show vertical variation in the physical and chemical order in quotes and consequently it is not considered significant in the evaluation of environmental alterations that may occur in these environments.

Keywords: environmental Alterations, physical/chemical analyzes, altimetric elevations

INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos têm, ao longo da história, sofrido inúmeras alterações em suas características físico/químicas, prejudicando assim sua qualidade e disponibilidade para a sociedade. Contudo, com a expansão industrial, alterações nos usos do solo, aumento no crescimento e consumo das populações humanas, vêm acelerando o processo de degradação dos recursos hídricos, ocasionando modificações no seu curso que alteram as características do escoamento, qualidade da água, distribuição dos sedimentos e a vida aquática (SCHWARZBOLD, 2010).

As decisões para a gestão e manejo dos recursos hídricos são dependentes das complexas interações entre os processos naturais e as necessidades da sociedade. Silveira (2004) expõe que o fluxo unidirecional da correnteza impõe uma grande limitação ao estabelecimento dos organismos no ambiente, sendo que para se fixar e colonizar o mesmo, a biota tende a apresentar estratégias adaptativas de morfologia, orientação e comportamento baseado no ambiente na qual ela se insere.

Formações ciliares pelo fato de estarem em um ambiente ligado tanto com a comunidade terrestre como com a aquática, sofrem influência de ambos os ecossistemas. Nestas áreas são encontrados diversos tipos de solo, que variam de acordo com o maior ou menor grau de hidromorfismo e natureza do material originário (JACOMINE, 2009).

Ainda segundo o autor, essas características de solo influenciam de forma direta na formação da vegetação local, seu porte, estrutura e composição florística. O estudo dessas variações é essencial, pois estas têm uma relação direta com a fauna e flora local, influenciando e refletindo quaisquer alterações que venham a ocorrer nestas áreas.

Tanto faixas de filtro vegetativo quanto zonas ripárias reduzem a conexão entre a fonte de poluição potencial e o corpo de água receptor. Quando o escoamento superficial ocorre, a mata ciliar ou faixa vegetativa atua como barreira diminuindo a capacidade de transporte de sedimentos, podendo ocorrer a deposição destes materiais nestas áreas. Contudo, se houver poluentes nos sedimentos transportados estes também serão depositados, podendo alterar algumas características físicas e químicas do solo (RODRIGUES e CARVALHO, 2006).

Diante disso, o autor ainda expõem que em regiões úmidas onde o escoamento ocorre predominantemente de forma superficial, na maior parte da bacia hidrográfica há o transporte de nutrientes em solução que são liberados dos ecossistemas terrestres. Esses nutrientes ao atravessarem a mata ripária são retidos por adsorção pelo sistema radicular da vegetação, revelando assim a relação direta destes fenômenos com as características ambientais destas áreas.

As condições físicas do ambiente desempenham papel-chave na estruturação de comunidades em ambientes lóticos. Schneck e Hepp (2010) expõem que a combinação específica de diversos fatores ambientais, como velocidade da correnteza, profundidade, tipo de substrato do leito, disponibilidade de luz, material orgânico e nutrientes, determinam as comunidades que estão associadas a cada habitat em um determinado curso d'agua.

Intervenções antrópicas, como no caso em questão a implantação de uma barragem, altera o regime natural de escoamento de determinado curso d'agua e, em muitos casos, pode ocorrer uma redução da vazão a jusante das seções de aproveitamento (SILVEIRA et al., 2010). Ainda segundo o autor, as alterações no regime hidrológico nestes trechos, modificam o regime, frequência, intensidade e duração dos pulsos das vazões impostas pelo barramento e com isso alteram consequentemente o ecossistema na qual este empreendimento esta inserido.

Se, anteriormente à implantação da barragem os pulsos de vazões eram mais frequentes e de curta duração, pois estavam diretamente relacionados as precipitações á montante e consequentemente retornavam ao seu estado "regular" em algumas horas ou dias (dependendo da intensidade e duração das precipitações), após a implantação destas obras, esses pulsos ou picos de vazões tornam-se menos frequentes e permanecem em um determinado nível de vazão por um longo período de tempo, no caso da usina em questão um mês inteiro. Esta variação mensal é predefinida pelo processo de licenciamento do empreendimento, oque pode fazer com que a estrutura física, quimica e biológica dos trechos alagados se modifiquem.

Diante disso, este estudo buscou comparar as diferentes características físicas e químicas do solo apresentadas em 3 (três) UA's localizadas no TVR da UHE Passo São João, onde diante de uma análise por cotas de inundação, foi determinado a existência ou não de padrões de variações entre elas.

1 MATERIAL E MÉTODOS

1.1 Área de estudo

A área de estudo localiza-se inserida na UHE Passo do São João, implantada no rio Ijuí, mais especificamente no município de Roque Gonzales- RS, latitude 28º 07' 51 ao sul e 55º 01' 33 de longitude, fazendo parte da Bacia do Rio Ijuí na região Noroeste do Estado. Estando à aproximadamente 600 km de Porto Alegre (RS), o reservatório abrange também os municípios de São Luiz Gonzaga, São Pedro do Butiá e Rolador (SILVEIRA, 2006).

Esta UHE faz parte de um sistema de usinas em cascata no Rio Ijuí, sendo precedida pela UHE São José, no município de Cerro Largo. É uma usina a fio d'água, ou seja, seu reservatório tem a função de manter somente o desnível necessário para a geração de energia. A usina é constituída de uma barragem que utiliza um canal de adução para conduzir a água até a casa de força, de forma a aproveitar a queda natural do rio Ijuí, com potência instalada de 77 MW (SILVEIRA, 2006).

A barragem da UHE São João possui um vertedor com 10m de altura e 145m de comprimento, operando a uma lâmina máxima de 21m de altura, com 11m de armazenamento sobre a soleira vertente, sendo que o reservatório de tomada de água alaga uma área de aproximadamente 20 km².

O município de Roque Gonzales possui uma extensão territorial de 346,62km² e uma população de 7.203 habitantes, apresentando assim uma densidade demográfica de 20,78 hab/Km² (IBGE, 2010). Segundo Streck et al. (2008), referente aos tipos de solos existentes no município e região, têm-se uma maior ocorrência de neossolos regoliticos eutroficos lepticos ou típicos.

Conforme o sistema de classificação de Köppen, a região apresenta um clima temperado chuvoso e quente (Cfa) úmido em todas as estações, apresentando verões quentes. No tocante a precipitação na região, dados registrados no período de 1988 a 2002 revelaram uma média anual de 2210 mm, distribuídos ao longo do

ano e com maior intensidade nos meses de março e abril, setembro e outubro. (UNIJUÍ, 2003).

Com a implantação da UHE PSJ, formou-se um TVR de aproximadamente 4 km de extensão compreendido entre a barragem e a casa de força com regime inferior de vazão, onde escoa um regime de vazões de acordo com prescrições determinadas no processo de licenciamento do empreendimento. Neste trecho de rio com vazão alterada que tem inicio à jusante da barragem e finaliza-se na seção de efluência das vazões turbinadas, foram inseridas três unidades amostrais (UA´s) para avaliação da vegetação local conforme apresentada na figura 1 a seguir:

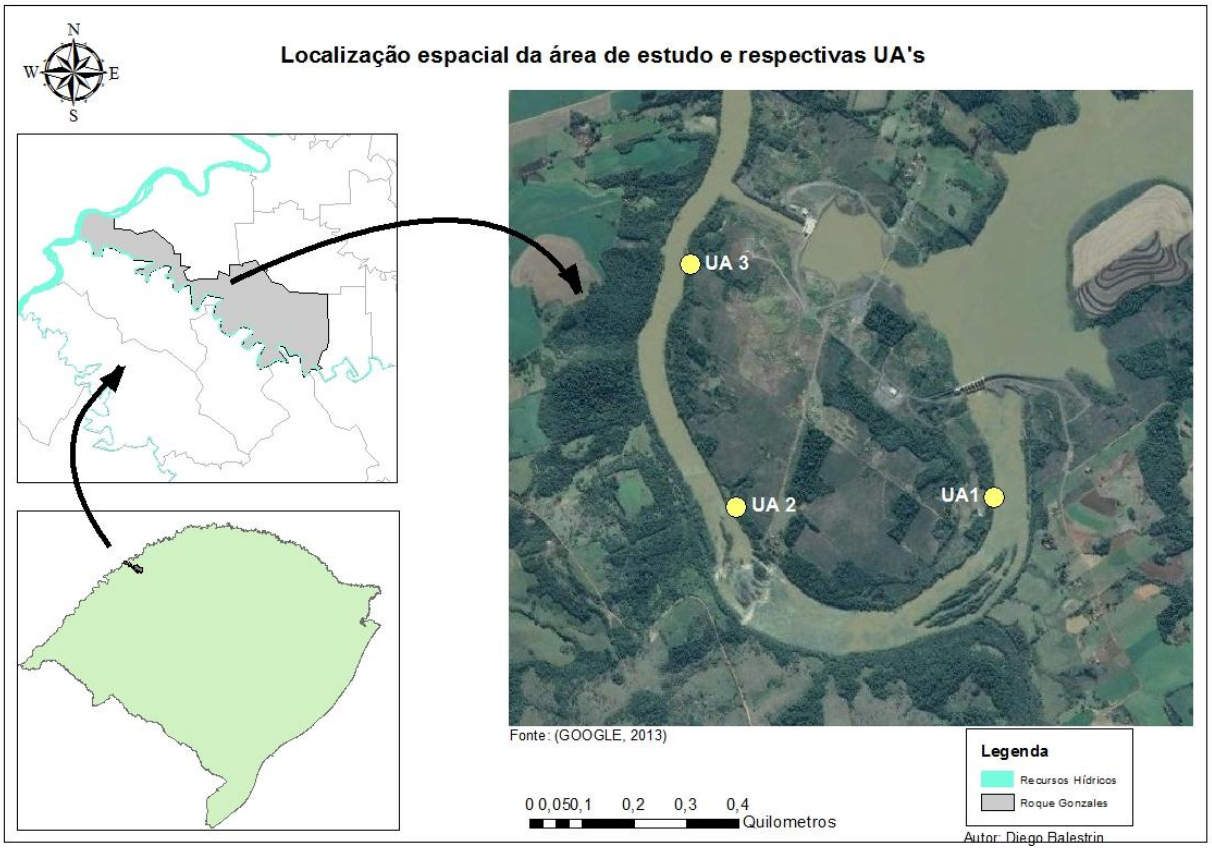

Figura 1- Localização espacial da área de estudo e das respectivas UA's.

O processo de locação das UA's e respectivas cotas altimétricas envolveu uma amostragem sistemática por intervalos de cotas. Este intervalo foi definido a campo através da observação da declividade da encosta e da zona de vegetação,

bem como da estimativa do nível máximo de inundação em cada UA, sendo complementado com unidades adicionais para caracterizar transições muito abruptas no espaço.

1.2 Definição das UA's e cotas altimétricas

Ao longo da seção, em pelo menos uma das margens, foram locadas 3 (três) UA´s conforme localização apresentada na figura 1 anteriormente exposta. Estas UA's foram definidas pelo fato das áreas possuírem características visualmente representativas do TVR, estarem bem distribuídas e possuírem acesso via terrestre, aquática, ou ambas.

A definição das cotas altimétricas de inundação no talude basearam-se nos ajustes da curva chave da Ponte Mística. Este ajuste deu-se por meio da análise dos dados de vazão diária do período compreendido entre 1958 a 2008, ou seja, período de pré-estabelecimento da barragem. Por intermédio da utilização dos dados de vazões disponíveis para este período através do posto fluviométrico 75320000 (Ponte Mística), obtiveram-se, mediante a equação 1 apresentada a seguir, os dados das cotas para suas respectivas vazões.

$$C_{est} = \left[\left(\frac{Q}{0{,}095} \right)^{\frac{1}{1{,}534}} + 52 \right] \qquad (1)$$

Sendo:
C_{est}= valor estimado da cota (cm).
Q= Vazão (m^3/s).
Fonte: Adaptado de Silveira et al. (2006).

Cabe ressaltar que esta equação foi utilizada para a elaboração da prescrição das vazões ecológicas e estudos dos impactos ambientais para o referente TVR antes da implantação da UHE Passo São João, conforme Relatório referente a AS Nº 90580170 (SILVEIRA, 2009).

Diante das informações geradas, foram relacionados os dados hidrológicos do período pós-barramento (2011-2013) disponibilizados pela ELETROSUL com os dados reais medidos com a utilização do ADCP (*Acoustic Doppler Current Profiler*) em cada UA. Para os dados hidrológicos do período pós-barramento (2011-2013), foram analisadas informações mensais de vazões vertidas do período de agosto de 2011 até dezembro de 2013.

Esses dados representaram as vazões liberadas em excesso no TVR, geralmente após um período prolongado de chuvas, ou seja, refletiam as vazões máximas liberadas mensalmente, representando com isso os picos máximos de vazões vertidas no TVR. Para fins de cálculos, foi considerado o período de setembro de 2011 a dezembro de 2013, já que o mês de agosto de 2011 possuía dados incompletos.

Diante dos dados reais coletados no TVR com o ADCP e por meio da curva chave gerada para o período pré-barramento (1958-2008), montou-se a equação 2 com a finalidade de aproximar os valores de cota/vazão pré e pós-empreendimento e assim ajusta-los com os dados reais medidos à campo.

$$C_{est} = \left[\left(\frac{Q}{0{,}095}\right)^{\frac{1}{1{,}534}} + 57{,}62064\right] \qquad (2)$$

Sendo:
C_{est}= valor estimado da cota (cm).
Q= Vazão (m^3/s).
Fonte: Adaptado de Silveira et al. (2006).

Após os ajustes, estimaram-se os níveis máximos das vazões vertidas no TVR e suas respectivas cotas altimétricas projetadas nos taludes de cada seção.

Em cada UA foram dispostas 5 (cinco) cotas de 50 em 50 cm, de forma linear de “A” à “E” ao longo da curva de nível, formando deste modo uma malha de 50 pontos amostrais por UA. Para sua demarcação e de suas respectivas cotas de inundação do talude, foram utilizados um GPS de navegação, uma mangueira de nível e uma trena, onde baseado nas informações coletadas no nível da água projetaram-se as demais medidas (cotas) talude acima.

1.3 Análise do solo

1.3.1 Análise química

Para o processo de análise química do solo na área em estudo foram coletadas 3 (três) amostras simples por cota, sendo estas bem distribuídas dentro de cada cota para representar da melhor forma as possíveis variações ali encontradas. Destas três amostras simples coletadas em cada cota, originou-se 1 (uma) amostra composta por cota, resultando assim 5 amostras compostas de solo para cada UA.

Para auxílio nas coletas do solo foi utilizado um trado holandês, onde o mesmo foi inserido no solo na profundidade de 0–20 cm nos três pontos, sempre tomando cuidado com a prévia retirada da serapilheira existente na porção superficial do mesmo. Este processo foi realizado para todas as amostras e antes da inserção do instrumento para evitar interpretações errôneas das características reais do solo no local.

Posteriormente, estas amostras de solo foram identificadas e homogeneizadas com o auxílio de um balde plástico para a mistura do material proveniente de cada cota, sendo devidamente embalada e armazenada uma porção de aproximadamente 500 cm^3 de solo para encaminhamento ao Laboratório do Departamento de Solos do Centro de Ciências Rurais da UFSM.

No tocante aos parâmetros analisados no solo amostrado, determinaram-se os teores de argila, pH-H_2O, índice SMP, P, K, MO, Al, Ca, Mg, Cu, Zn, B, S, CTC efetiva e textura das cinco amostras enviadas ao laboratório em analisador elementar-combustão seca.

1.3.2 Análise física

A análise física do solo foi realizada por meio do método do cilindro volumétrico (EMBRAPA, 1979), onde foram coletadas amostras indeformadas do

solo utilizando um anel volumétrico. Em cada uma das cinco cotas confeccionadas em cada UA, foi retirada uma amostra indeformada de solo.

Para a inserção do cilindro volumétrico no solo e consequente retirada da amostra, tomou-se o cuidado de eliminar qualquer espécie vegetal existente no local, assim como a serapilheira, tendo a precaução de verificar o interior do cilindro no momento da inserção para este não compactar a porção de solo a ser amostrada.

Após a inserção do cilindro e retirada da amostra, tomou-se o cuidado de armazenar e embalar cada amostra com plástico filme de modo que a amostra perdesse o mínimo possível de umidade e preservasse suas características até o momento da análise em laboratório. As amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Física do Solo do Departamento de Solos do Centro de Ciências Rurais da UFSM onde foram analisados os seguintes parâmetros: granulometria, densidade, porosidade e curva de retenção de água no solo.

1.4 Análise estatística

A análise estatística dos dados foi realizada pelo software MULTIV (PILLAR, 2001), por meio da análise multivariada, relacionando várias variáveis simultaneamente, sendo todas consideradas igualmente importantes pelo menos inicialmente (MANLY, 2008). Como primeiro “tratamento” dos dados coletados a campo em cada UA realizou-se a análise dos componentes principais, que segundo o autor anteriormente mencionado é elaborada para reduzir o número de variáveis que necessitam ser consideradas a um número menor de índices, os quais são combinações lineares das variáveis originais.

Posteriormente para complementação da análise de componentes principais e descrição de um conjunto de “X” variáveis em termos de um número menor de índices ou fatores, utilizou-se a análise de fatores com o software MULTIV (PILLAR, 2001). Este teste serviu para obter uma melhor compreensão do relacionamento destas variáveis já que o mesmo é baseado em um modelo enquanto a análise por componentes principais é baseada em um modelo estatístico particular.

Em sequência, deu-se a medida de semelhança, ordenação, autoreamostragem “bootstrap” e análise de agrupamentos com o objetivo de agrupar os objetos em classes de modo que objetos similares estejam na mesma classe. Os grupos foram definidos com base nas análises de agrupamentos através do índice de Gower (utilizado para dados quantitativos com escalas diferentes), sendo estes análisados entre as UA’s, tendo como critério de agrupamento a ligação média não ponderada (UPGMA).

Por fim, com o MULTIV (PILLAR, 2001), realizaram-se testes de aleatorização comparando os grupos de UA’s. A significância do nível de partição foi testada através de teste de aleatorização com mil (1000) iterações. Esta operação indica a força da estrutura em uma ordenação quando comparada como o conjunto de dados nulos contendo variáveis com a mesma distribuição observada, mas nenhuma associação esperada.

2 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diante da avaliação das amostras de solo coletadas nas diferentes cotas em cada UA e posterior encaminhamento aos Laboratórios específicos no Departamento de Solos da UFSM para análises químicas e físicas, resultaram-se os laudos presentes nos Anexos B, C e D.

As interpretações destes laudos foram realizadas com base no Manual de Adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (TEDESCO et al., 2004), sendo os resultados das análises químicas apresentados no Apêndice E.

Com a interpretação, observou-se que os parâmetros Capacidade de Troca de Cátions (CTC-pH7) e os micronutrientes Cu e Zn se mantiveram com concentrações altas em todas as cotas de cada UA (média de 21,14 $cmol_c/dm^3$; 14,32 mg/dm^3 e 6,12 mg/dm^3, respectivamente), sendo o B encontrado em concentrações classificadas como médias em grande parte das cotas (média de 0,11 mg/dm^3), excluindo apenas a cota 4 da UA 2 que apresentou concentrações altas deste elemento (0,4 mg/dm^3). Para os macronutrientes analisados (P, K, Ca, Mg e S), os mesmos apresentaram concentrações médias de 2,8 mg/dm^3; 55,7 mg/dm^3; 13,21 $cmol_c/dm^3$; 7,62 $cmol_c/dm^3$; 12,76 mg/dm^3 respectivamente, sendo assim classificados como Muito Baixo e Baixo para P e K e Alto para os demais elementos.

No tocante a M.O., esta apresentou uma concentração baixa no solo (média de $1,7_{m/v}$ %), o que demonstra a baixa disponibilidade deste elemento para as plantas na área em questão. Para o pH em água, foi verificada uma média de 5,34 no seu índice, o que o classifica como pH baixo ou ácido.

Referente ao percentual de saturação de bases nas amostras analisadas,verificou-se uma média de 80,9%, o que classifica como Alto o índice de saturação por bases. Para a saturação por Alumínio, este percentual cai para 0,89%, representando assim um índice Muito Baixo para este solo.

Como resultados das análises estatísticas realizadas neste trabalho para os parâmetros físico/químicos do solo, verificou-se que não houve variações significativas entre as variáveis físicas e químicas coletadas na área em estudo.

Com o MULTIV (PILLAR, 2001), através dos testes de aleatorização_autoreamostragem “bootstrap”, verificou-se que os resultados gerados foram superiores a 0,05 conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 1- Probabilidade total verificada com os testes de aleatorização para cada UA.

Testes	**Unidades Amostrais P(Qb_{NULL}>=Qb)**			**Resultado Teste de signif.**
	UA1	**UA2**	**UA3**	
Análise química	0,069	0,096	0,096	Ñ significativo
Análise textural	0,116	0,093	0,078	Ñ significativo
Análise de densidade	0,153	0,093	0,096	Ñ significativo

Portanto, pode-se perceber que não houve relação significativa entre as UA’s para os parâmetros físicos e químicos do solo e apesar de alguns parâmetros inicialmente apresentarem uma correlação alta, isto pode ser explicado pelo acaso.

3 CONCLUSÕES

Com este estudo, verificou-se que apesar de ocorrerem variados picos de inundação no ambiente em questão (talude marginal do TVR), não ocorreram variações significativas no tocante aos parâmetros físicos e químicos analisados. Isto possibilita afirmar que durante o período analisado, as características físicas e químicas deste ambiente, apesar da alteração ocasionada pelo barramento a montante do trecho da UHE Passo São João, a vazão não é responsável por mudanças na ordem nutricional, textural e de densidade do solo quando comparadas por cotas nas UA's analisadas.

Sendo assim, pode-se concluir que o solo não tem variação vertical nas propriedades físicas e químicas, o que pode ser explicado pelo acaso e não pelas cotas altimétricas. Isto significa que, diante dos dados coletados, metodologia e condições ambientais encontradas, pode-se considerar o solo como um agente pouco variável ou até mesmo homogêneo dentro das UA's analisadas em Roque Gonzales e consequentemente sem influência no componente vegetal alí estabelecido.

4 DISCUSSÃO GERAL

Diante dos resultados obtidos com a análise e interpretação dos dados oriundos dos capítulos I e II, pode-se concluir primordialmente a importância da avaliação do maior número possível de variáveis ambientais existentes no entorno da área de interesse para o processo de tomada de decisão já que cada uma se relaciona de maneira direta ou indireta.

Analisando-se primeiramente as variáveis relacionadas ao solo na área em questão (características físicas e químicas) em seu contexto geral, ou seja, sua ligação com o ambiente em questão (TVR da UHE Passo São João), variação vegetativa e presença de diferentes pulsos de vazões impostos pelo barramento a montante da seção, pode-se perceber que o solo não tem influencia significativa nos processos adaptativos.

Isso significa dizer que esta variável torna-se desnecessária para futuros estudos que objetivem uma avaliação do processo adaptativo da vegetação ali inserida, pois este componente não apresentou variações verticais significativas diante da metodologia utilizada. Além disso, os diferentes pulsos de vazões impostos com o empreendimento no talude marginal da seção também demostraram que não são responsáveis por variações significativas na ordem física e química do solo nestes ambientes.

Quanto à variação adaptativa vegetal, pode-se concluir que esta não apresentou diferença significativa no período pré e pós-barramento e, portanto, possíveis alterações neste componente não são relevantes do ponto de vista evolutivo e adaptativo das espécies. Contudo, a hipótese é que não tenha ocorrido tempo hábil para as espécies expressarem mudanças em suas fisionomias e serem selecionadas ou excluidas do ambiente diante das alterações ocorridas e seu poder adaptativo.

Pode-se também perceber que a variação na vegetação diante das alterações ambientais ocorridas e consequentemente sua resposta adaptativa e plasticidade fenotípica estão diretamente ligadas às variáveis hidrológicas do meio a qual esta vegetação está inserida. Isto pode ser visualizado diante da interpretação dos

atributos verificados no período pós-barramento mesmo estes sendo não significativos quando analisados no contexto geral dos resultados.

Como ocorreram algumas alterações, estas estão diretamente ligadas ao componente hidrológico (já que a variável solo apresentou variação não significativa). Portanto, pulsos de vazões têm interferência direta no processo adaptativo e na distribuição da vegetação nos ambientes ribeirinhos, o que demonstra sua importância e o cuidado que deve ser colocado na definição de critérios de determinação de vazões ecológicas em empreendimentos hidrelétricos.

Por fim, para melhor compreensão dos efeitos gerados com a alteração ambiental ocasionada por barramentos, é de extrema importância o constante monitoramento da área em estudo e consequentemente manutenção do experimento. Com isso, á médio e longo prazo poderão ser comparados os resultados gerados e assim, verificar a resposta do ambiente às alterações sofridas, bem como determinar o tempo necessário para o ambiente iniciar o processo adaptativo nestas áreas.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. O suporte geoecológico das florestas beiradeiras (ciliares). In: R. &. RODRIGUES, **Matas Ciliares*:* Conservação e Recuperação.** São Paulo, edusp., pg. 15-25, 2009.

ANNEL - Agencia Nacional de Energia Elétrica. **Banco de Informações de Geração.** Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm> Acesso em 29 de agosto de 2013.

ANTOLINI, A. T. **Variabilidade dos Caracteres Funcionais da Vegetação Ripária em lagos de meandro no Rio Santa Maria. Santa Maria.** Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria -UFSM, Santa Maria-RS, 2011.

BAIRD, A. J.; WILBY, R. L. Plants and Water in terrestrial and aquatic environments. **Eco-hydrology**, 402p., 2007.

BARKMAN, J. J. New systems of plant growth forms and phenological plant types. In: M. J. A. Werger, P. J. M. van der Aart, H. J. During & J. T. A. Verhoeven (eds.). **Plant Form and Vegetation Structure; adaptation, plasticity and relation to herbivory**, p. 9-44. SPB Publicação acadêmica, The Hague. 356 p., 1988.

BOLTER, J. A. G. **Dinâmica Agrária e a Produção leiteira: Um estudo no município de Roque Gonzales – RS.** 2009. 99 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento – Área de concentração Integração Regional e Desenvolvimento Sustentável) -Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – UNIJUÍ, Ijuí,-RS, 2009.

BRASIL. Decreto 24.643 em 10 de julho de 1934_Código das águas. Dispõe sobre.... Brasil, Rio de Janeiro-RJ, 10 de julho de 1934. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D24643.htm> Acesso em: 10 de dezembro de 2013.

BRASIL. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasilia, 25 de maio

de 2012. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2012/lei-12651-25-maio-2012-613076-norma-pl.html> Acesso em 24 de 04 de 2013.

BRASIL. Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, Institui o Novo Codigo Florestal_revogado pela lei n.12.651 de 2012. **Diário Oficial da República federativa do Brasil,** Brasília, DF, 15 de dezembro de 1965. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l4771.htm> Acesso em: 12 de dezembro de 2013.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial da República federativa do Brasil**, Brasilia, 01 de setembro de 1981. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1980-1987/lei-6938-31-agosto-1981-366135-norma-pl.html> Acesso em 29 de abril de 2013.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da República federativa do Brasil,** Brasilia, 08 de janeiro de 1997. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1997/lei-9433-8-janeiro-1997-374778-norma-pl.html> Acesso em 24 de abril de 2013.

BRAUN-BLANQUET, J. **Fitosociologia: bases para el estudio de las comunidades vegetales.** Blume, Madrid, 1964.

CARVALHO, Y. C.; MORAES, J. F.; MENEZES, L. B., & MARTINS, S. S. A. Legislação Brasileira de recursos Hídricos como instrumentalização à gestão compartilhada. **Revista Técnologia & inovação Agropecuária**, p. 112-134, 2008.

CEPA. **Impacto Ambiental**. Disponível em: <http://www.cepa.if.usp.br/energia/energia1999/Grupo2B/Hidraulica/ambiental.htm> Acesso em 08 de novembro de 2013.

CETESB. **Águas superficiais**. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/%C3%81guas-Superficiais/38-Historico-da-Legisla%C3%A7%C3%A3o-H%C3%ADdrica-no-Brasil> Acesso em 23 de novembro de 2013.

CNRH. **Resolução n° 129, de 29 de junho de 2011.** Disponível em: file:///C:/Users/cliente/Downloads/resolucao_cnrh_129_Vazao_Minina.pdf Acesso em 24 de setembro de 2014.

COLLISCHONN, W.; ANGRA, S. G.; FREITAS, G. K.; PRIANTE, G. R. Da vazão ecológica ao hidrograma ecológico. In: 8° Congresso da Água. **Anais...** Figueira da Foz. 2006.

COLLISCHONN, W.; ANGRA, S. G.; FREITAS, G. K.; PRIANTE, G. R.; TASSI, R.; SOUZA, C. F. Em busca do hidrograma ecológico. In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. **Anais...** João Pessoa-PB. 2005.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução nº 01, de 23 de janeiro de 1986, estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 24 de janeiro de 1986. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html> Acesso em 30 de abril de 2013.

CRONQUIST, A. The evolution and classification of flowering plants. **Botanical Garden**, New York, 2 ed.,1988.

CRUZ, J. C.; SILVEIRA, G. L. Disponibilidade hídrica para outorga (I): avaliação por seção hidrológica de referência. **REGA**, p. 51-64, 2007.

CRUZ, R. C. **A implantação da outorga do uso da água na Bacia do Rio Santa Maria: o papel do conteúdo informativo e complexidade dos níveis hidrológicos e da avaliação dos tipos funcionais de áreas úmidas na definição da vazão de proteção ambiental**. Porto Alegre, UFRGS, 2000.

CRUZ, R. C. O papel do regime de pulsos hidrológicos na definição da vazão de proteção ambiental: proposta metodológica e estudo de caso (Bacia do Rio Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil). In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2007.

CRUZ, R. C. **Prescrição de Vazão Ecológica: Aspéctos Conceituais e Técnicos para Bacias com Carência de Dados**. Porto Alegre, UFRGS. Tese (Doutorado em Ecologia), Instituto de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2005, 135p.

CRUZ, R. C., CRUZ, J. C., SILVEIRA, G. L., & VILLELA, F. S. Tendências na Análise de Impactos da Implementação de Barragens: Lições do Estudo de Caso das Barragens de Uso Múltiplo da Bacia do Rio Santa Maria. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos (RBRH)**, p. 47-66, 2010.

CUNHA, S. B. **Impactos das Obras de Engenharia sobre o Ambiente Biofísico da Bacia do rio São João***.* Rio de Janeiro: edição do autor, 1995.

DAVIDE, A. C. Comportamento de espécies florestais de mata ciliarem área de depleção do reservatório da usina hidrelétrica de Camargo, Itutinga- MG. **Revista Cerne**, p. 1-14, 2003.

DAVIDE, A. C.; SCOLFORO, J. R. S.; PRADO, N. J. S.; FARIA, J. M. R. Comportamento de seis espécies florestais em área de depleção da Usina Hidrelétrica de Camargos - MG. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, I E CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO. Curitiba, 19 a 24 de setembro de 1993. **Anais*...*** São Paulo: SBS/SBEF, 1993.p.412-415.
Dissertação de Mestrado_ Programa de pós Graduação em Botânica_UFRGS. Porto Alegre, 2007.

DUARTE, M. C. Pode a Vegetação das Galerias Ribeirinhas Reflectir as Perturbações Resultantes da Actividade Humana? **Silva Lusitana**, p. 257-276, 2007.

DURIGAN, G. e LEITÃO FILHO, H. DE F. Florística e Fitossociologia de Matas Ciliares do Oeste Paulista. **Revista do Instituto Florístico de São Paulo**, p. 197-239, 1995.

DURLO, M. A., BRESSAN, D. A., & SUTILI, F. J. Biotécnicas no manejo de cursos de água. **Ciência & Ambiente**, p. 69-90, 2010.

ELMORE, W., & BESCHTA, R. L. **Riparian areas: perceptions in management**. Rangelands, p. 260-265, 1987.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solo.** Rio de Janeiro-Brasil, 1979, 271 p.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Avaliação Ambiental Integrada (AAI) dos Aproveitamentos Hidrelétricos da Bacia Hidrográfica do Rio Uruguai***. Relatório Final.* Brasília, 2007.

FEARNSIDE, P. M. As hidrelétricas de Belo Monte e Altamira (Babaquara) como fontes de gases de efeito estufa. **Novos Cadernos NAEA**, p. 5-56, 2009.

FEPAM. U 90_ **Ijuí**. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/bacia_uru_ijui.asp> Acesso em 24 de abril de 2013.

FEPAM/UFRGS. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler e UFRGS. Diagnóstico Ambiental da Bacia do Taquari_Antas/RS: **Diretrizes Regionais para o Licenciamento Ambiental das Hidrelétricas.** Porto Alegre, 2001.

FEPAM/UFRGS. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler e UFRGS. **Análise de Fragilidades Ambientais e da Viabilidade de Licenciamento de Aproveitamentos Hidrelétricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Ijuí e Butuí-Piratinim- Icamaquã, Região Hidrográfica do Rio Uruguai - RS**. Porto Alegre, 2004.

FEPAM/UFSM. **Análise de Fragilidades Ambientais da Bacia Hidrográfica dos rios Apuaê-Inhandava, situada na Região Hidrográfica do rio Uruguai**. Relatório Técnico Final, 2005.

FRIZZO, T. C., & PORTO, M. L. **Zoneamento da vegetação e sua relação com a ocorrência de estruturas mineralizadas na mina Volta Grande, Lavras do Sul**. Porto Alegre: Iherringa, 2004.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. **Jornal Nacional**. Disponível em: <http://glo.bo/fcBcrz> Acesso em 23 de outubro de 2013.
GIEHL, E. L. **Padrões estruturais e funcionais do componente arbóreo de uma floresta ribeirinha, Parque Estadual do Turvo, rio Uruguai, sul do Brasil**. 2007.

GONZALES, P. M. **Município**. Disponível em: < http://www.roquegonzales-rs.com.br/publico/PConteudo.aspx?ID=57> Acesso em 19 de março de 2014.

GORDON, A. D. "Putting it All Torgether": Assecing Stream Health. In: **Stream Hydrology: an introduction for ecologists**, 2004 p. 233-358.

HUGHES, F. M., COLSTON, A., & MOUNTFORD, J. O. Restoring riparias ecosystems: the challenge of accommodating variability and designing restoration trajectories. **Ecology and Society**, p.12, 2005.

IBGE. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/xtras/uf.php?coduf=43> Acesso em 15 de setembro de 2013.

ITAIPU. **Itaipu Binacional**. Disponível em: <http://www.itaipu.gov.br/energia/geracao> Acesso em 08 de novembro de 2013.

IVANAUSKAS, N. M., & RODRIGUES, R. R. Aspéctos Ecológicos de uma Mata de Brejo em Itatinga-SP: Florística, Fitossociologia e Seletividade de espécies. **Revista Brasileira de Botânica**, p. 139-153, 1997.

JACOMINE, P. K. Solos Sob Matas Ciliares. In: R. R. Filho, **Matas Ciliares: Conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp, p. 27-33, 2009.

KÖPPEN, W. Climatología. México, DF: Fondo de Cultura Económica. 1948. 71p.

LANNA, A. E. Instrumentos de Gestão das Águas: Outorgas. In: A. E. Lanna, **Gestão das Águas**. 1999.

LAUSI, D., & NIMIS, P. L. The study of convergent evolution in plants and plant communities, a quantitative approach. **Abstracta Botanica**, p. 67-77, 1985.

LEPS, J. E HADINCOVA, V. How reliable are our vegetation analyses? **Journal of Vegetation Science**, p. 119-124, 1992.

LIGON, F. K., DIETRICH, W. E., & TRUSH, W. J. Downstream Ecological Effects of Dams. In: **Ecology of Large Rivers**. p. 183-192, 2001.

LIMA, W. P. **Função hidrológica da mata ciliar**. Campinas, 1989.

LIMA, W. P., & ZACKIA, W. Matas ciliares: Conservação e Recuperação. In: R. RODRIGUES, & H. F. LEITÃO-FILHO, **Hidrologia de matas ciliares**. São Paulo: EDUSP/FAPESP, p. 31-44, 2001.

LOBO, P. C.; JOLY, C. A. Aspectos Ecofisiológicos da Vegetação de Mata Ciliar do Sudeste do Brasil. In: R. R. Rodrigues, & H. d. Leitão Filho, **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo: edusp, p. 143-157, 2009.

LONGHI, E. H. e FORMIGA, K. T. Metodologias para determinar vazão ecológica em rios. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, p.33-48, 2011.

MALMQVIST, B.,RUNDLE, S. 2002.Threats to the running water ecosystems of the world. Environmental Conservation, vol. 29, p. 134-153.

MANLY, B. F. **Métodos Estatísticos Multivariados: Uma introdução**. Porto Alegre. S. I. Carmona, Trad., 3 ed. Bookman, 2008.

MANYARI, W. V. **Impactos Ambientais a Jusante de Hidrelétricas: O caso da Usina de Tucuruí - PA.** Tese de Doutorado submetida ao corpo docente da coordenação dos programas de pós graduação de engenharia da UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de doutor em Ciências em Planejamento Energético e Ambiental. Rio de Janeiro-Brasil, 2007.

MCGARIL, K., CUSHMAN, S.; STANFFORD, S. Multivariate statistics for wildlife and ecology research. **Springer Science and Business Media**, 2000.

METZGER, J. P., & BERNACCI, L. C. Pattern of Tree Species Diversity in Riparian Forest Fragments of Different Widths (SE Brazil). **Plant Ecology**, p. 135-152, 1997.

MUELLER-COMBOIS, D. & ELLENBERG, H. **Aims and Methods of Vegetation Ecology***.* Wiley, New Yok, 1974.

NEIFF, J. J. Bosques Fluviales de la Cuenca Del Paraná. **Ecologia y manejo de los bosques de Argentina**, p. 1-26, 2004.

NEIFF, J. J. **Planícies de Inundação são Ecótonos?** Corrientes, Argentina [200-].

NEIFF, J. J. Prediction of Colonization by Macrophytes in the Yaciretá Reservoir of the Paraná River (Argentina and Paraguay). **Revista Brasileira de Biologia**, p. 1-4, 2005.

NEIFF, J. J., & NEIFF, A. S. **Connectivity processes as a basis for the management of aquatic plants**. National Council of Scientific and Technical Research, 2003.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. Woody Flora of 106 Forest Areas of Eastern Tropical South America. **Royal Botanic Garden**, 66p., 1994.

OPPERMAN, J. **Preliminary IHA Analysis for the Middle Fork Willamette River at Jasper OR**. 2006 Sep. 27. Disponível em: <http://conserveonline.org/workspaces/iha/documents/opperman0906/view.html>. Acesso em: ago. 2010.

PETTS, G. E. Impounder River. **Interscience Publication II**, 1984.

PETTS, G. E., & GUMELL, A. M. Dams and geomorphology: Research progress and future directions. In: **Geomorphology**, p. 27-47, 2005.

PILLAR, V. D. **Ecologia vegetal: conceitos básicos** (2002a). Disponível em: <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br> Acesso em 20 de novembro de 2013.

PILLAR, V. D. **Estratégias adaptativas e padrões de variação da vegetação.** Disponível em: <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br> Acesso em 23 de novembro de 2013.

PILLAR, V. D. **MULTIV: aplicativo para análise multivariada e teste de hipóteses.** Porto Alegre: Departamento de Ecologia da UFRGS, Rio Grande do Sul-Brasil, 2001.

PILLAR, V. D. **SYNCSA: software integrado para análise multivariada de comunidades baseada em caracteres, dados de ambiente, validação e testes de hipótese.** Porto Alegre: Departamento de Ecologia da UFRGS, Rio Grande do Sul-Brasil, 2002b.

PILLAR, V. P. **Descrição de comunidades vegetais** (1996). Disponível em: <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br> Acesso em 16 de setembro de 2006.

PILLAR, V. P., e SOSINSKI, Jr. e ENIO, E. An improved method for searching plant functional types by numerical analysis. **Journal of Vegetation Science**, p. 323-332, 2003.

PILLAR, V., e ORLÓCI, L. **Character- Based Community Analysis: The Theory and Application Program**. Disponível em: <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br/arquivos/Reprints&Manuscripts/Pillar_Orloci_1993-2004_EBook.pdf> Acesso em: 10 de maio de 2013.

PREECE, R. M., e JONES, H. A. The effect of Keepit Dam on the temperature regime of the Namoi River, Australia. **River Res. Appl**, n.18, p. 397-414, 2002.

PRINGLE, C. M. **Hydrologic connectivity and the management of biological reserves: a global perspective**. Ecological Applications, p. 981-985, 2001.

RAUNKIAER, C. The life-forms of plants and their bearing on geography. In: **The life forms of Plants and Statistical Plant Geography Clarendon Press**, Oxford., p. 2-104, 1907.

REZENDE, L. P., & ROTHMAN, F. D. **Avanços e contradições do licenciamento ambiental de barragens hidrelétricas: um estudo comparativo dos casos da UHE Cachoeira da Providência e UHE Fumaça-MG.** Encontro Ciências Sociais e Barragens, p. 1-20, 2005.

RIBEIRO, J. F. e WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: S. M. SANO, **Cerrado: Ambiente e Flora**. Planaltina-DF: EMBRAPA-CPAC, 1998, 556p.

RICHTER, B.D.; BAUMGARTNER, J.V.; POWELL, J. & BRAUN, D.P. A method for assessing hydrologicl alteration within ecosystems. **Conservation Biology**, v.10, n.4, p. 1163-1174, 1996.

RODRIGUES, R. R. **Análise da Vegetação às Margens do Rio Passa Cinco Ipeúna, SP.** Tese de Doutorado-UNICAMP. 1992, 334p.

RODRIGUES, R. R. Florestas Ciliares? Uma Discussão Nomenclatural das Formações Ciliares. In: R. R. Filho, **Matas Ciliares: Conservação e recuperação**. São Paulo: Edusp, 2009, p. 91-101.

RODRIGUES, R. R., e SHEPHERD, G. J. Fatores Condicionantes da Vegetação Ciliar. In: R. R. RODRIGUES, **Matas Ciliares: Conservação e recuperação**. São Paulo: edUSP, 2009, p. 101-109.

RODRIGUES, V. A. Caracterização Ambiental da (APP) na Zona Ripária. In: L. A. Valdemir Antonio Rodrigues, **Manejo de Microbacias Hidrográficas: experiências nacionais e internacionais.** Botucatu- São Paulo: FEPAF, 2006, p. 143-157.

SALVADOR, J.L.G. **Comportamento de espécies florestais nativas em áreas de depleção de reservatório**. IPEF, Piracicaba. (33): p. 73-78, 1986.

SARMENTO, R. Produto 3, Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura- UNESCO. **Termo de referência para elaboração de estudos sobre a vazão ecológica na bacia do rio São Francisco**, 2007.

SATO, Y., & SAMPAIO, E. V. A ictiofauna na região do alto São Francisco, com enfase no reservatório de Tres Marias, Minas Gerais. **Ecologia de Reservatórios_ Impactos Potenciais, Ações de Manejo e Sistemas em Cascata**., p. 251-274, 2006.

SCARANO, F. R., RIBEIRO, K. T., e MORAES, L. F. Plant Establishment on Flooded and Unflooded Patches of a Freshwater Swamp Forest in Southeastern Brazil. **Journal Tropical Ecology**, p. 793-803, 1997.

SCHEEREN, L. W. **Análise das características da Bacia Hidrográfica Ijuí (U90), utilizando imagens de satélite CBERS.** Porto Alegre: Parecer do Ministério Público 2008. Disponível em: <http://www.mprs.mp.br/areas/paibh/arquivos/diagnostico_bacia_hidrografica_rio_ijui_dat_complementar.pdf > Acesso em 16 de 10 de 2013.

SCHNECK, F., & HEPP, L. U. **Fatores estruturadores de comunidades em riachos.** Santa Maria: UFSM, 2010.

SCHWARZBOLD, A. Teorias Ecológicas sobre Rios. **Ciência & Ambiente: Rios da América**, 190 p., 2010.

SETTI, A. A., LIMA, J. E., CHAVES, A. G., & PEREIRA, I. C. **Introdução ao Gerenciamento dos Recursos Hídricos***.* Brasília, 2001.

SILVA, D. D.; ELESBON, A. A. A.; MARQUES, F. A.; GUEDES, H. A. S. Aspectos hidrológicos e ecohidrologia. In: SILVA, D. D. (org.) **Conservação de solo e água, aspectos hidrológicos, ecohidrologia e usos múltiplos da água.** 1 ed., Viçosa-MG: CRRH/UFV, 2010, v.1, p.219-266.

SILVA, M. A vegetação rípicola. **Folha Viva**, p. 18-26, 2004.

SILVA, R. Incremento da variável uso do solo na análise relativa à erosão da metodologia MMA. XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2011.

SILVEIRA, G. L. **Relatório Final da Etapa 2_ CONTRATO AEM/S Nº. 1082/2004** efetuado entre a FEPAM e a FATEC. Santa Maria, 2006.

SILVEIRA, G. L. **Relatório Final da Etapa 3_ Relatório Referente a AS nº 90580170.** Estudo de Prescrição do Regime de Vazões Remanescentes à AVR. Santa Maria, 2009.

SILVEIRA, G. L., CRUZ, J. C., CRUZ, R. C., DEWES, R., e ARAÚJO, T. A. **Seleção ambiental de Barragens: análise de favorabilidades ambientais em escala de bacia hidrográfica.** Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), p. 15-55, 2005.

SILVEIRA, G. L., CRUZ, R. C., CRUZ, J. C., e VILLELA, F. S. Vazão Ecológicas e Remanescentes em Rios Alterados por Barragens. **Ciência & Ambiente-Rios da América**, p. 161-174, 2010.

SILVEIRA, G. L., ROBAINA, A. D., & GIOTTO, Ê. Outorga para uso dos recursos hídricos: Aspéctos práticos e conceituais para o estabelecimento de um sistema informatizado. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos_ RBRH**, p. 5-16, 1998.

SILVEIRA, M. P. **Aplicação do biomonitoramento para a avaliação da qualidade da água em rios**. São Paulo: EMBRAPA, 2004. 68p.

SKARPE, C. Plant functional types and climate in a southern African savanna. **Journal of Vegetation Science**, p. 397-404, 1996.

SOBRAL, M., JARENKOW, J., BRACK, P., IRGANG, B., e LAROCCA, J. **Flora arbórea e arborescente do Rio Grande do Sul.** São Carlos: RiMA/Novo Ambiente, 2006.

SOUZA, C. F. Tese de Doutorado. **Vazões Ambientais em Hidrelétricas: Belo Monte e Manso.** Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, 2009.

STANFORD, J. A., & WARD, J. V. Revisiting the serial discontinuity concept. In: **Regul.Rivers***:* Res. Mgmt. 2001, p. 303-310.

STRECK, E.V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER RS, 2008. 222p.

TEDESCO, M. J., GIANELLO, C., ANGHINONI, I., BISSANI, C. A., CAMARGO, F. A., & WIETHOLTER, S. **Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa CAtarina**. Porto Alegre, Rio grande do Sul, 2004.

TOSS, L. **Avaliação socioeconômica e produtiva de agricultores.** Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS. Porto Alegre, RS, Brasil, 2010.

TRIQUET, A. M., & WCCOMB, G. A. Songbird diversity in clearcuts with and without a riparian buffer strip. **Journal of Soil and water Conservation***,* n.45, p. 500-503, 1990.

TRYON, R., & TRYON, A. **Ferns and allied plants***.* New York, Springer-Verlag, 1982.

TUCCI, C. E., & MENDES, C. A. MMA. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica***.* Brasília, 2006.

TUNDSI, J. G., & MATSUMURA-TUNDISI, T. **Limnologia**. São Paulo, 2008.
UNIJUÍ. **Projeto de extensão: estudos ambientais**. Ijuí: Unijuí; Porto Xavier: Coopercana, 2003.

UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL. **Projeto de extensão**: estudos ambientais. Ijuí: Unijuí; Porto Xavier: Coopercana, 2003.

VICINI, L. **Análise multivariada da teoria à prática**. Apresentada como monografia do autor (especialização-Universidade Federal de Santa Maria, 2005), 215 p.

VIEIRA, C. M., e PESSOA, S. V. **Estrutura e composição florística do estrato herbáceo subarbustivo de um pasto abandonado na Reserva Biológica de Poço das Antas.** Rio de Janeiro: Rodriguésia, 2001.

APÊNDICES

Apêndice A

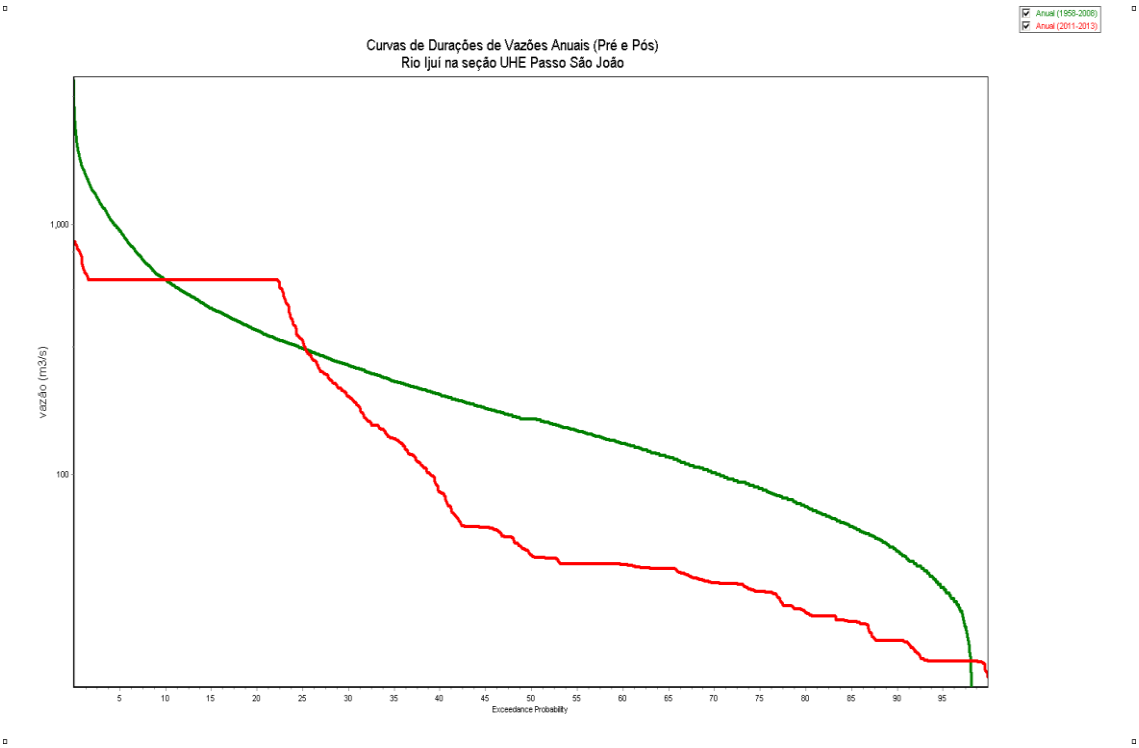

Figura 1- Curva de duração das vazões anuais comparando o período pré e pós empreendimento através do processamento dos dados com o software IHA (RICHTER, et al. 1996).

Apêndice B

Tabela 1- Média das vazões mensais vertidas pelas comportas.

Média das vazões mensais vertidas pelas comportas												
ANO 2011	**jan**	**fev**	**mar**	**abr**	**mai**	**jun**	**jul**	**ago**	**set**	**out**	**nov**	**dez**
Q médio (m³/s)									173,15	196,31	150,76	64,27
ANO 2012												
Q médio (m³/s)	43,85	43,9	42,1	30,7	20,9	29,3	37,1	45,55	65,73	304,89	100,8	199,64
ANO 2013												
Q médio (m³/s)	271,34	24,59	54,23	78,6	18,01	25,6	38,52	88,27	85,8	69,5	39,9	41,14

Apêndice C

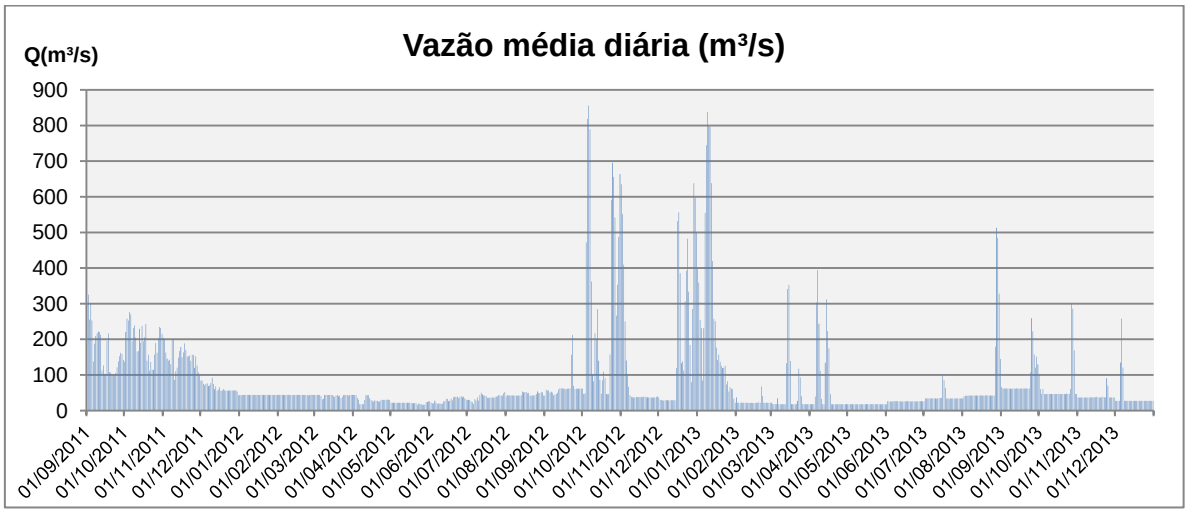

Figura 2- Vazão média diária (m³/s) observada no Trecho de Vazão Reduzida (TVR) no período de 2011- 2013 pós barramento.

Apêndice D

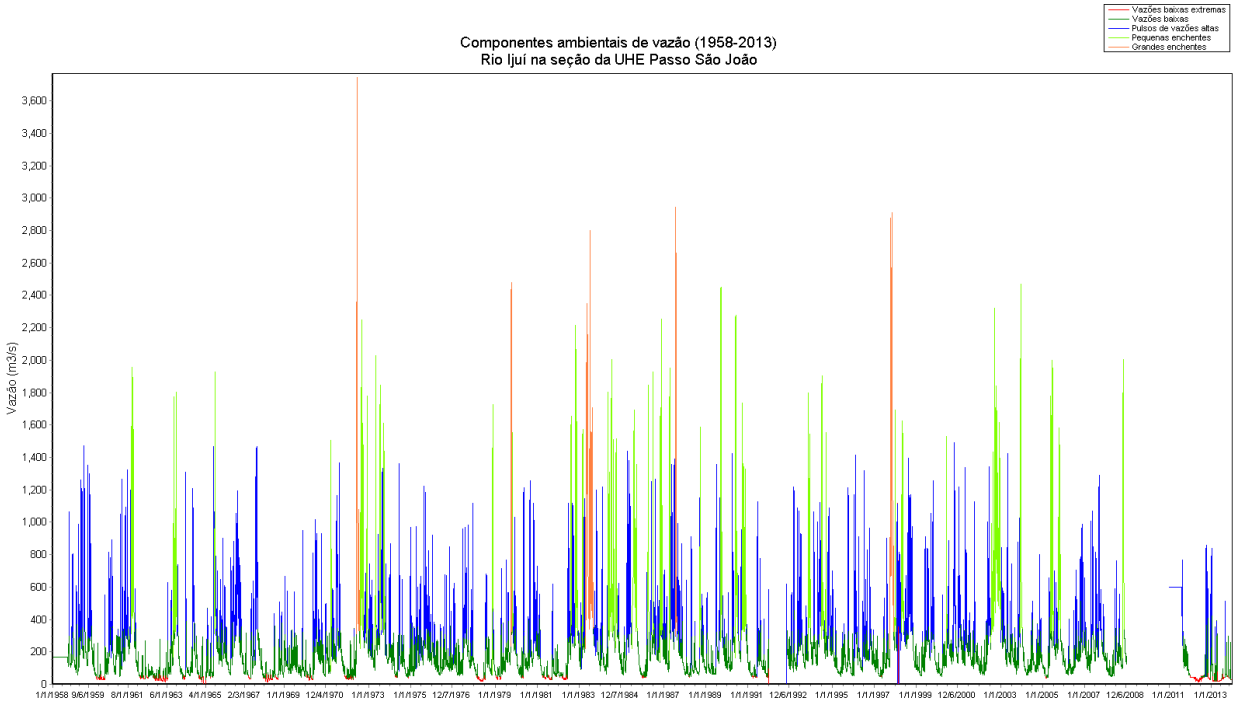

Figura 3- Componentes ambientais de vazão para o período anterior à implantação da UHE Passo São João (1958-2008) e posterior à implantação do empreendimento (2011-2013).

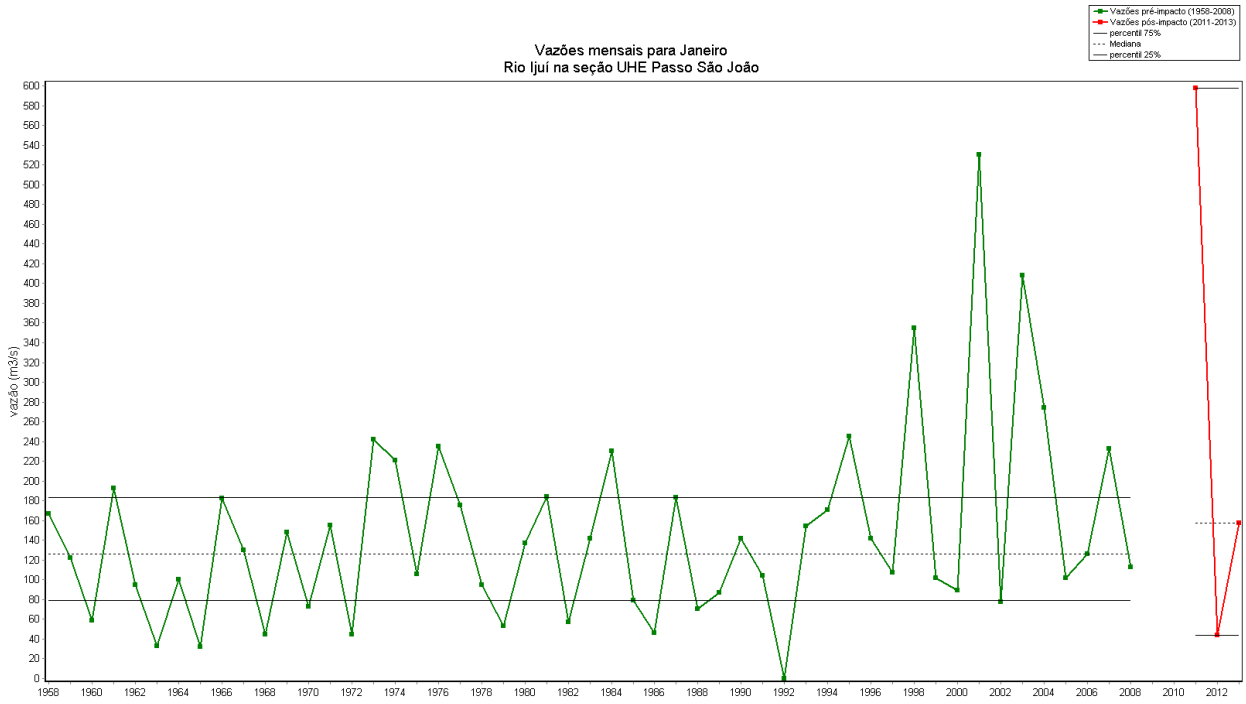

Figura 4- Vazões mensais para o mês de janeiro nos períodos pré e pós-barramento.

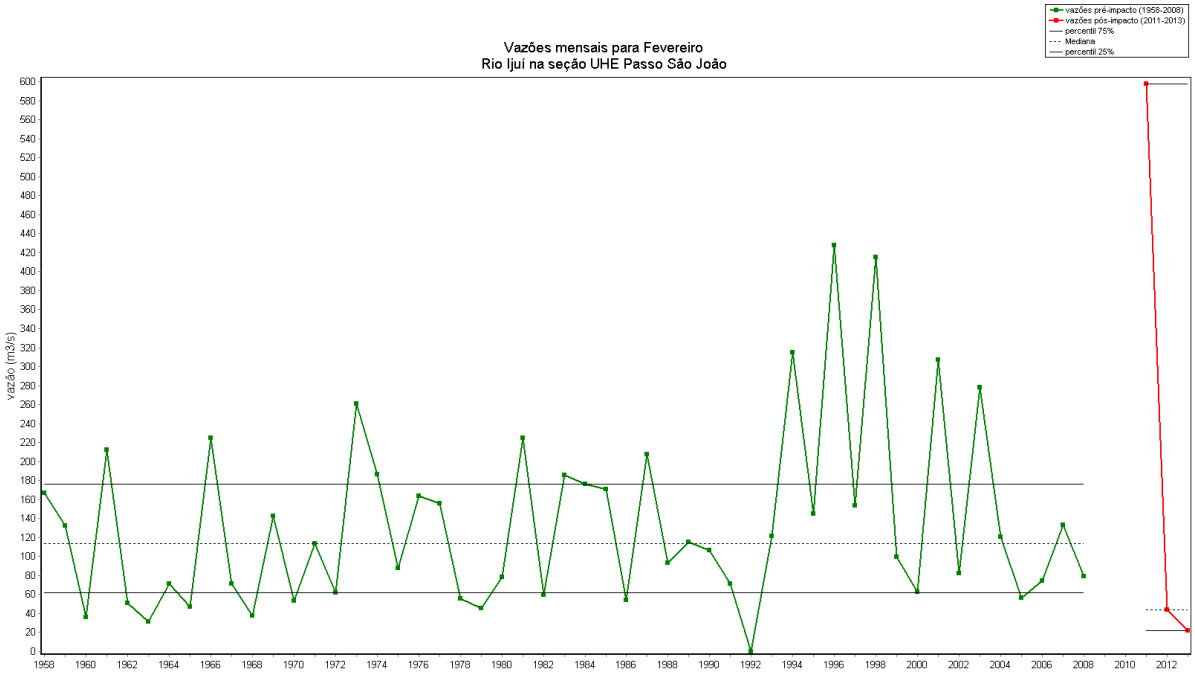

Figura 5- Vazões mensais para o mês de fevereiro nos períodos pré e pós-barramento.

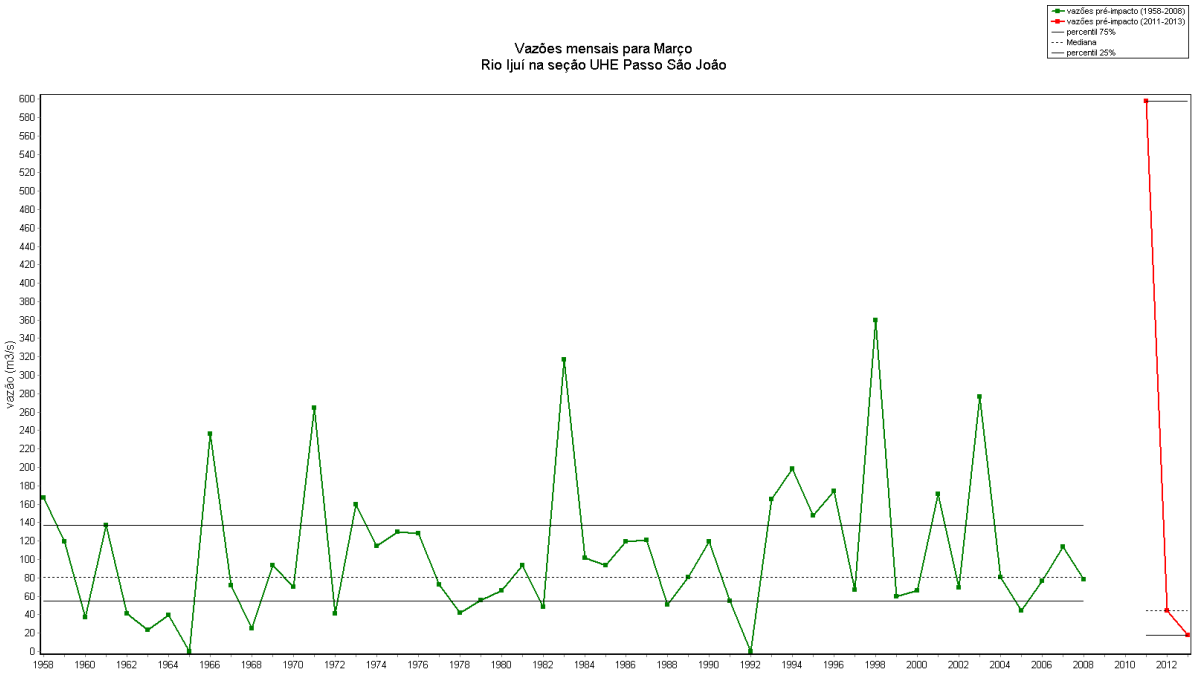

Figura 6- Vazões mensais para o mês de março nos períodos pré e pós-barramento.

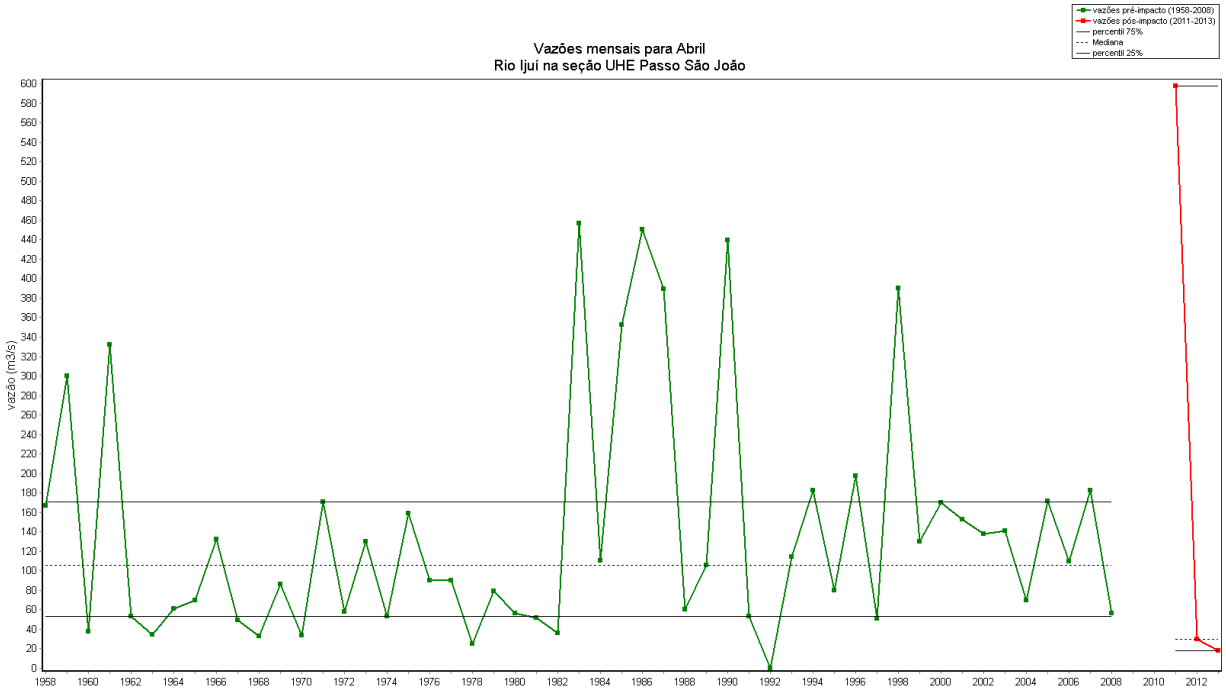

Figura 7- Vazões mensais para o mês de abril nos períodos pré e pós-barramento.

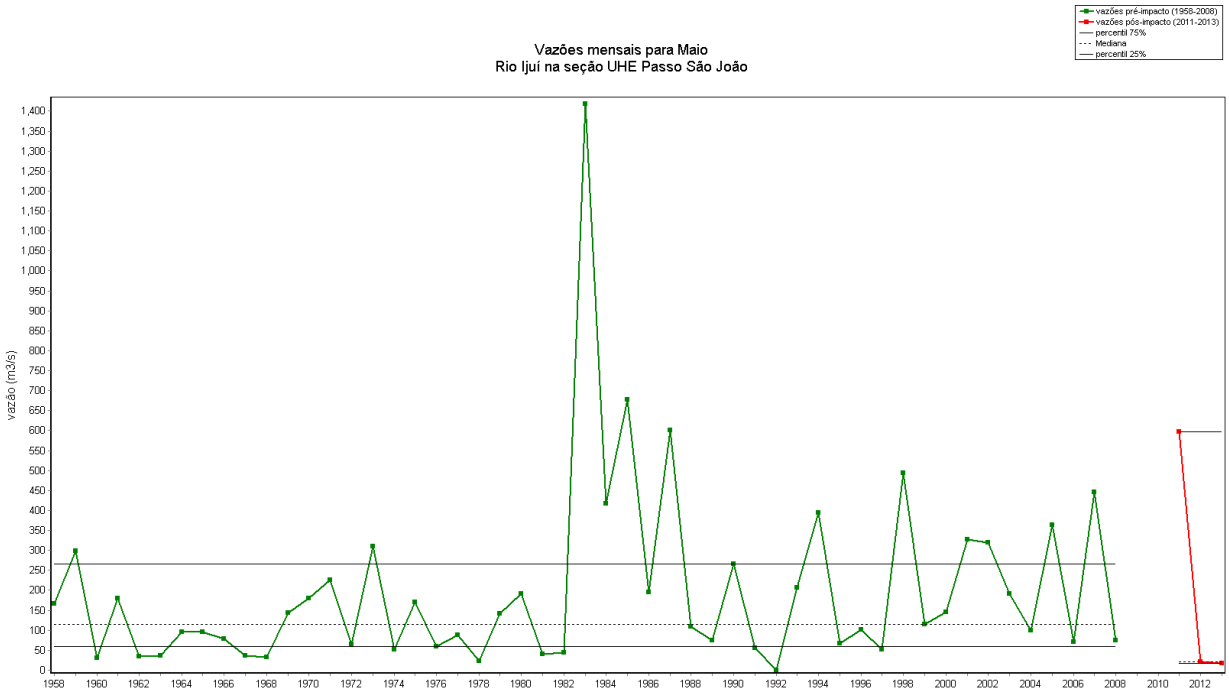

Figura 8- Vazões mensais para o mês de maio nos períodos pré e pós-barramento.

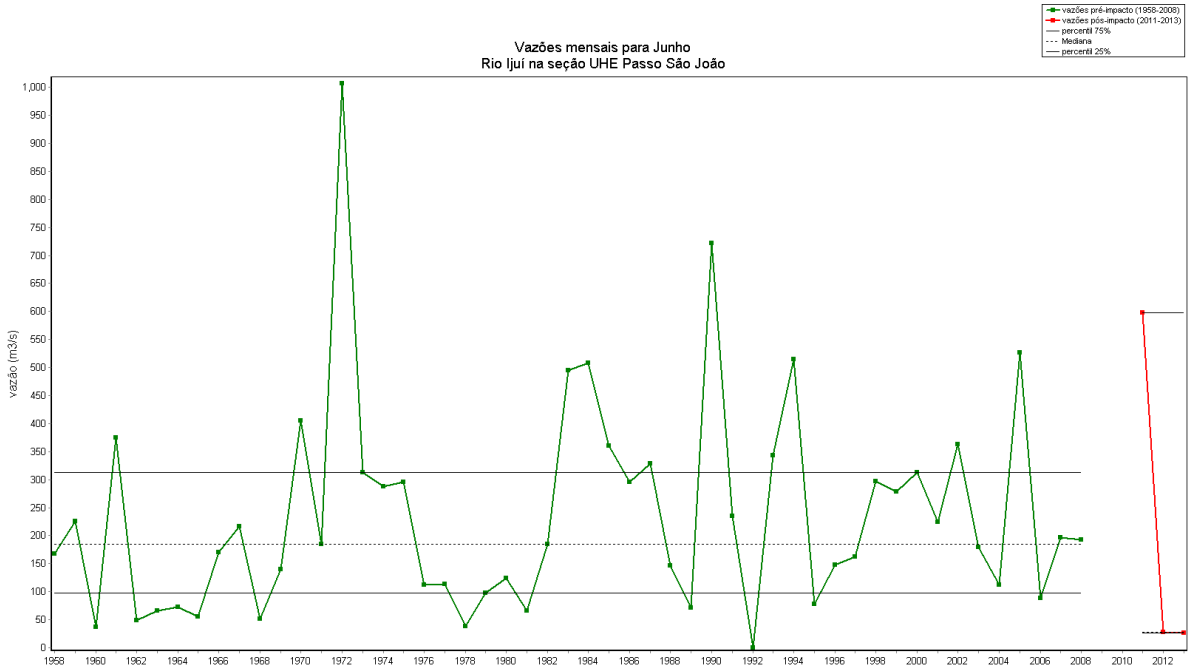

Figura 9- Vazões mensais para o mês de junho nos períodos pré e pós-barramento.

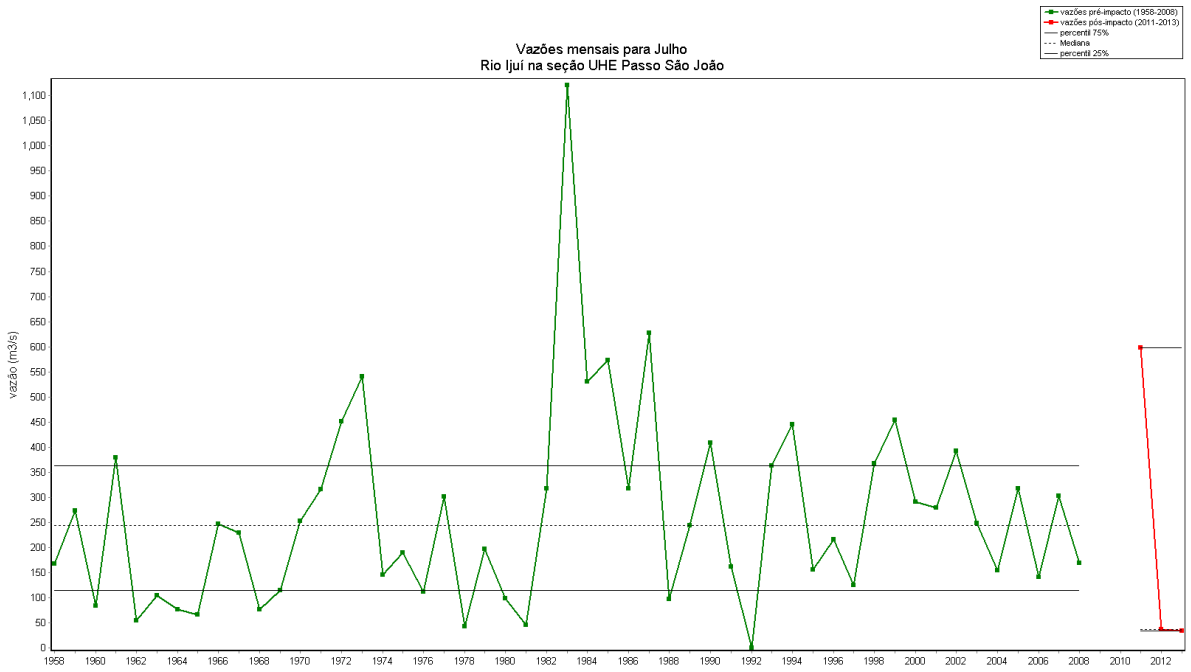

Figura 10- Vazões mensais para o mês de julho nos períodos pré e pós-barramento.

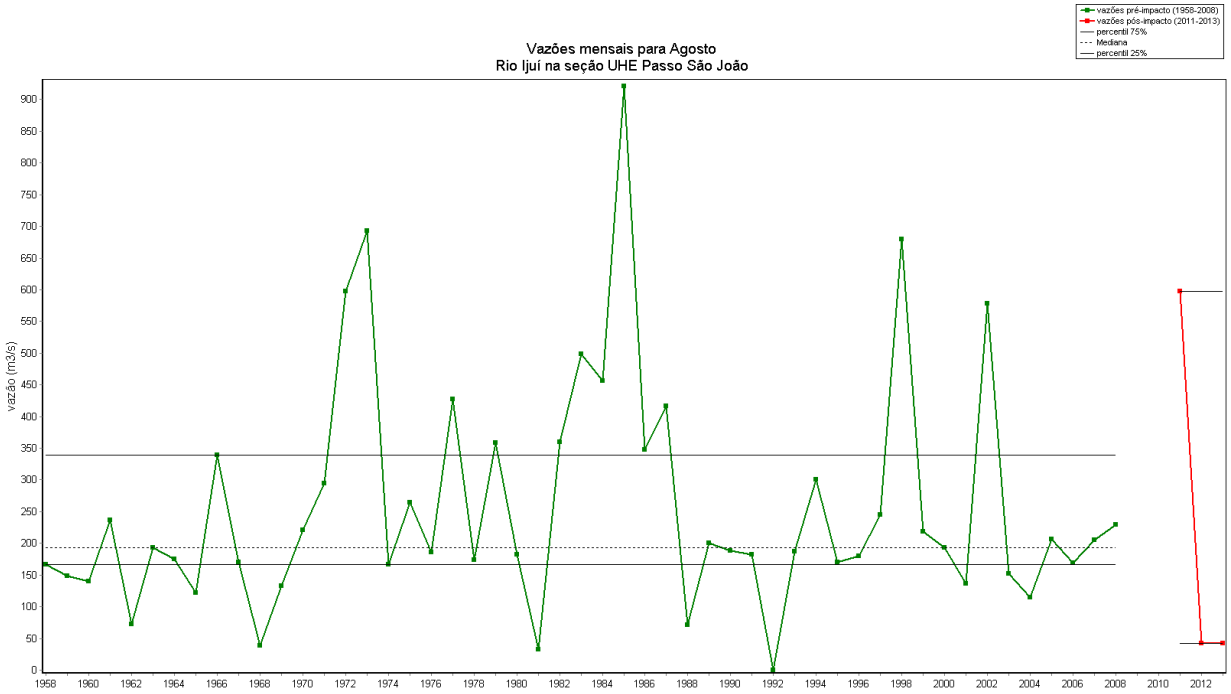

Figura 11- Vazões mensais para o mês de agosto nos períodos pré e pós-barramento.

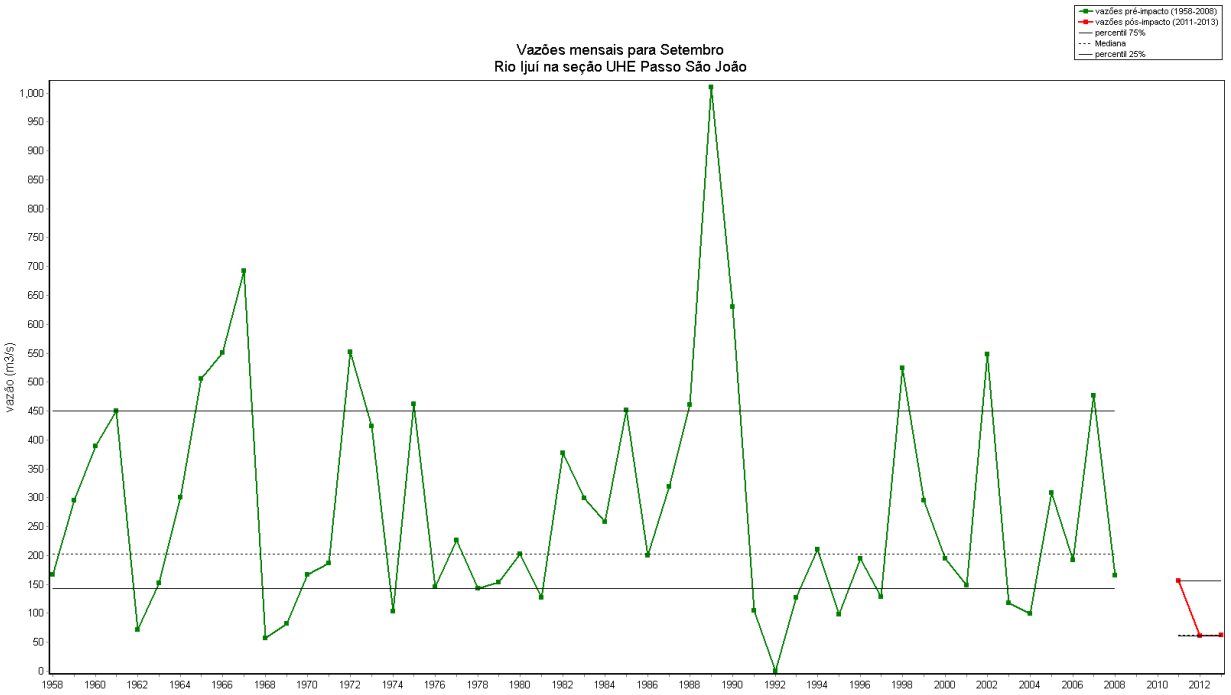

Figura 12- Vazões mensais para o mês de setembro nos períodos pré e pós-barramento.

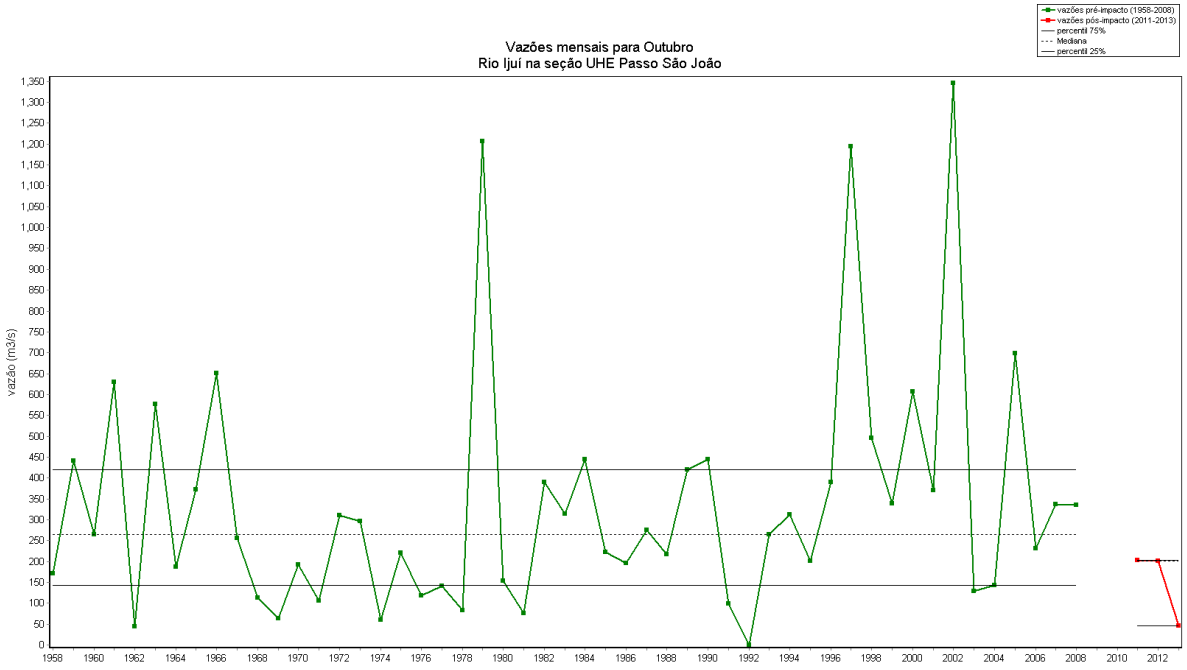

Figura 13- Vazões mensais para o mês de outubro nos períodos pré e pós-barramento.

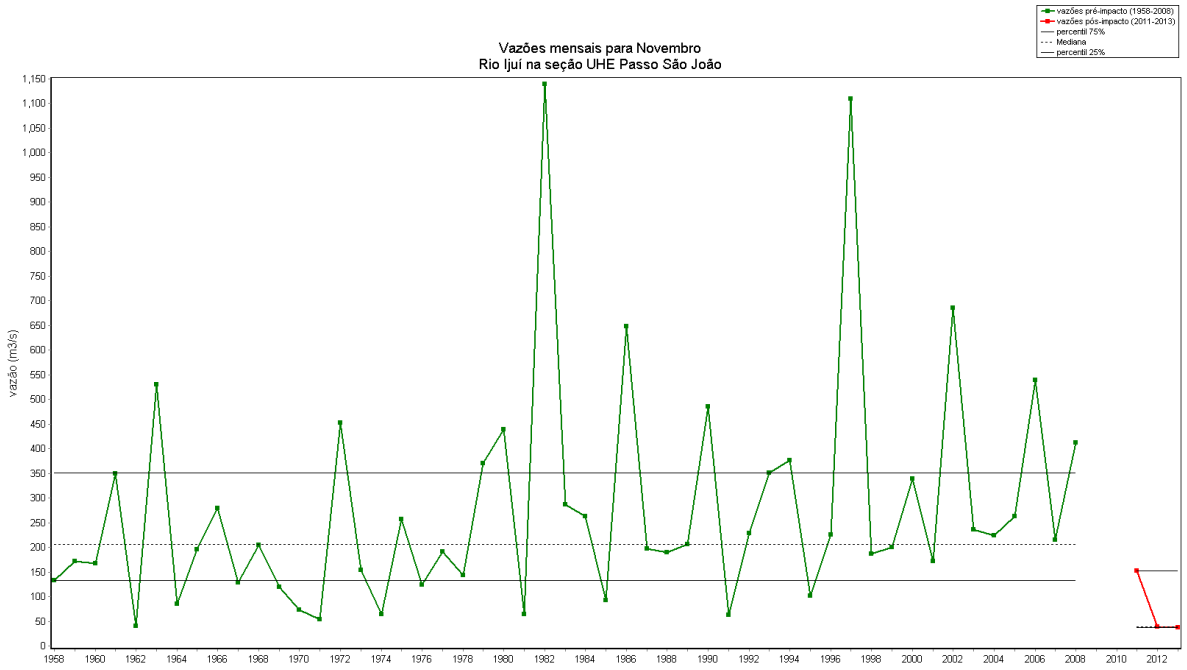

Figura 14- Vazões mensais para o mês de novembro nos períodos pré e pós-barramento.

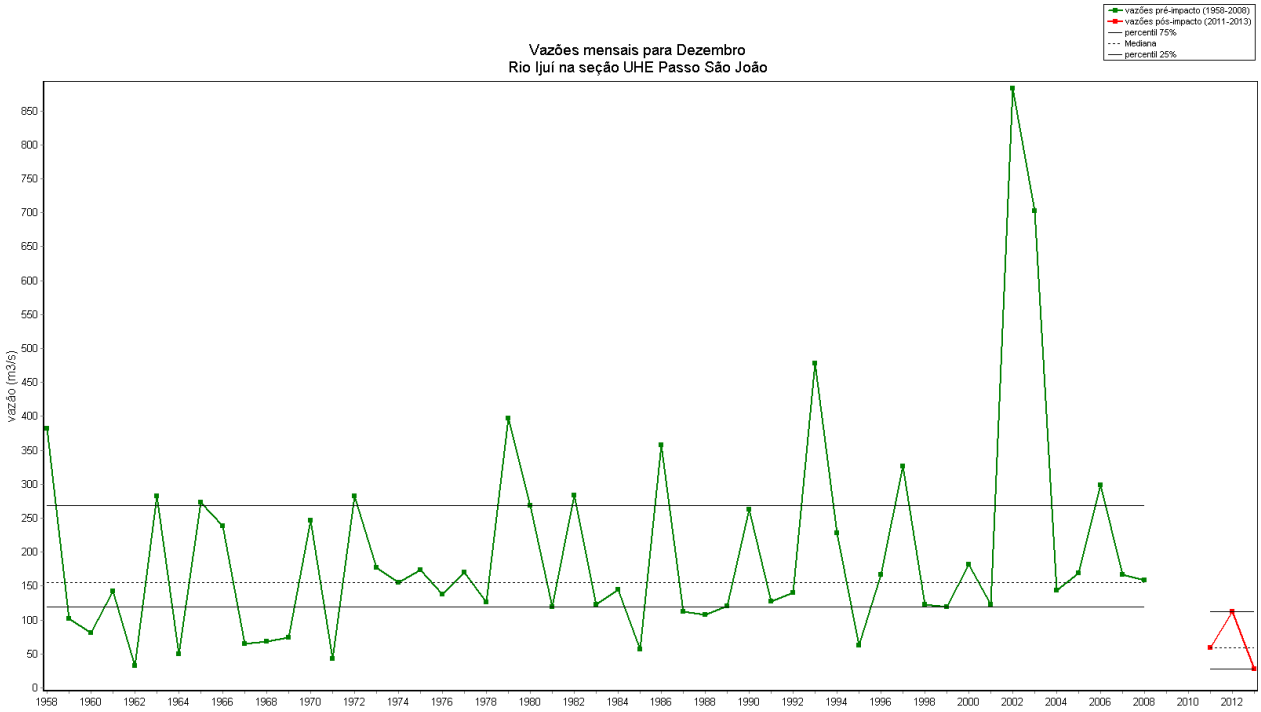

Figura 15- Vazões mensais para o mês de dezembro nos períodos pré e pós-barramento.

Apêndice E

Tabela 2- Interpretação química das amostras de solo verificadas em cada cota nas três UA's.

Pontos	pH-H2O	Sat. Bases	Sat. Al.	Argila (classe)	M.O.	CTC-pH7	P-Mehlich	K	Ca	Mg	S	Cu	Zn	B
P1C1	Baixo	Alto	Muito Baixo	3	Baixo	Alto	Muito Baixo	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio
P1C2	Baixo	Alto	Muito Baixo	3	Baixo	Alto	Muito Baixo	Médio	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio
P1C3	Baixo	Alto	Muito Baixo	3	Baixo	Alto	Muito Baixo	Médio	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio
P1C4	Muito Baixo	Médio	Muito Baixo	3	Baixo	Alto	Muito Baixo	Médio	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio
P1C5	Muito Baixo	Médio	Baixo	3	Baixo	Alto	Muito Baixo	Médio	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio
P2C1	Médio	Alto	Muito Baixo	3	Baixo	Alto	Muito Baixo	Baixo	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio
P2C2	Baixo	Alto	Muito Baixo	3	Baixo	Alto	Baixo	Baixo	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio
P2C3	Médio	Alto	Muito Baixo	3	Baixo	Alto	Muito Baixo	Baixo	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio
P2C4	Baixo	Médio	Baixo	3	Baixo	Alto	Muito Baixo	Médio	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
P2C5	Muito Baixo	Baixo	Baixo	3	Baixo	Alto	Muito Baixo	Médio	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio
P3C1	Médio	Alto	Muito Baixo	3	Baixo	Alto	Muito Baixo	Baixo	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio
P3C2	Médio	Alto	Muito Baixo	3	Baixo	Alto	Muito Baixo	Baixo	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio
P3C3	Médio	Alto	Muito Baixo	3	Baixo	Alto	Muito Baixo	Muito Baixo	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio
P3C4	Médio	Alto	Muito Baixo	3	Baixo	Alto	Muito Baixo	Baixo	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio
P3C5	Médio	Alto	Muito Baixo	3	Médio	Alto	Baixo	Baixo	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto	Médio

Apêndice F

Tabela 3- Percentual de cobertura vegetal classificado por famílias nas diferentes cotas da UA1.

	Cobertura vegetal (%)					
Famílias	**Cota1**	**Cota2**	**Cota3**	**Cota4**	**Cota5**	**Cota6**
Acanthaceae	0	14,81	21,62	14,3	23,33	26,31
Apocynaceae	0	14,81	0	9,52	0	0
Bignoniaceae	0	0	10,81	0	0	10,52
Boraginaceae	0	7,4	5,4	0	6,66	0
Combretaceae	50	7,4	8,11	9,52	13,33	21,05
Euphorbiaceae	25	22,22	32,43	9,52	36,66	21,05
Fabaceae	0	3,7	0	4,76	0	0
Myrtaceae	25	29,63	21,62	52,38	3,33	10,52
Plagiotheciaceae	0	0	0	0	0	5,26
Poaceae	0	0	0	0	13,33	0
Urticaceae	0	0	0	0	3,33	5,26

Apêndice G

Tabela 4- Percentual de cobertura vegetal classificado por famílias nas diferentes cotas da UA2.

	Cobertura vegetal (%)					
Famílias	**Cota1**	**Cota2**	**Cota3**	**Cota4**	**Cota5**	**Cota6**
Asteraceae	0	0	25,5	6,66	0	0
Boraginaceae	13,15	29,41	0	3,33	9,09	14,28
Cannabaceae	15,78	0	0	0	0	0
Combretaceae	0	0	0	6,66	0	0
Euphorbiaceae	55,26	23,53	0	10	0	21,42
Fabaceae	0	2,94	4,84	3,33	0	0
Hylocomiaceae	0	0	33,3	6,66	3,03	0
Myrtaceae	0	17,64	0	0	42,42	7,14
Plagiotheciaceae	0	0	0	6,66	15,15	7,14
Poaceae	10,52	5,88	0	13,33	6,06	7,14
Rubiaceae	0	0	25,5	13,33	9,09	0
Sapindaceae	0	0	3,92	6,66	9,09	0
Sapotaceae	0	5,88	3,92	23,33	0	14,28
Solanaceae	5,26	14,7	0	0	0	0
Urticaceae	0	0	0	0	6,06	28,57

Apêndice H

Tabela 5- Percentual de cobertura vegetal classificado por famílias nas diferentes cotas da UA3.

	Cobertura vegetal (%)					
Famílias	**Cota1**	**Cota2**	**Cota3**	**Cota4**	**Cota5**	**Cota6**
Apocynaceae	0	0	0	0	0	28,57
Asteraceae	0	0	0	0	6,6	0
Bignoniaceae	18,18	25	0	10	6,6	0
Boraginaceae	13,63	18,75	5,26	0	0	0
Euphorbiaceae	22,72	18,75	0	30	73,3	42,85
Fabaceae	4,54	25	10,52	0	0	0
Marchantiaceae	0	0	0	0	0	7,14
Moraceae	0	0	0	0	0	14,28
Myrtaceae	0	0	21,05	20	0	7,14
Rubiaceae	31,81	12,5	63,15	30	13,3	0
Sapindaceae	9,09	0	0	0	0	0
Urticaceae	0	0	0	10	0	0

Apêndice I- Espécies vegetais identificadas por nomenclatura científica para cada ponto nas 3 UA's.

Cotas	Pontos	UA1 Especie	Familia
NA	p1.1	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p1.2	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p2.1	*Terminalia australis Cambess.*	Combretaceae
	p6.1	*Terminalia australis Cambess.*	Combretaceae
cota1	p11.1	*Peplonia axillaris Fontella & Rapini*	Apocynaceae
	p11.2	*Peplonia axillaris Fontella & Rapini*	Apocynaceae
	p11.3	*Peplonia axillaris Fontella & Rapini*	Apocynaceae
	p11.4	*Peplonia axillaris Fontella & Rapini*	Apocynaceae
	p11.5	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p11.6	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p12.1	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p12.2	*Parapiptadenia rigida (Benth.) Brenan*	Fabaceae
	p13.1	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p13.2	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p13.3	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p13.4	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p13.5	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p14.1	*Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo*	Acanthaceae
	p16.1	*Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo*	Acanthaceae
	p16.2	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p17.1	*Terminalia australis Cambess.*	Combretaceae
	p17.2	*Terminalia australis Cambess.*	Combretaceae
	p18.1	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p18.2	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p19.1	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p19.2	*Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo*	Acanthaceae
	p19.3	*Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo*	Acanthaceae
	p19.4	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p20.1	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p20.2	*Cordia salicifolia Cham.*	Boraginaceae
	p20.3	*Cordia salicifolia Cham.*	Boraginaceae
cota2	p21.1	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p21.2	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p21.3	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p21.4	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p22.1	*Adenocalymma dusenii Kraenzl.*	Bignoniaceae
	p22.2	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p22.3	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p23.1	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p23.2	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p23.3	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p23.4	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p23.5	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p23.6	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p23.7	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p23.8	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p24.1	*Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo*	Acanthaceae
	p25.1	*Adenocalymma dusenii Kraenzl.*	Bignoniaceae
	p25.2	*Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo*	Acanthaceae
	p26.1	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p26.2	*Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo*	Acanthaceae
	p26.3	*Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo*	Acanthaceae
	p27.1	*Adenocalymma dusenii Kraenzl.*	Bignoniaceae
	p27.2	*Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo*	Acanthaceae
	p27.3	*Terminalia australis Cambess.*	Combretaceae
	p27.4	*Terminalia australis Cambess.*	Combretaceae
	p27.5	*Terminalia australis Cambess.*	Combretaceae
	p28.1	*Adenocalymma dusenii Kraenzl.*	Bignoniaceae
	p28.2	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p28.3	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p28.4	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p28.5	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p29.1	*Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo*	Acanthaceae
	p29.2	*Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo*	Acanthaceae
	p29.3	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p30.1	*Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo*	Acanthaceae
	p30.2	*Cordia salicifolia Cham.*	Boraginaceae
	p30.3	*Cordia salicifolia Cham.*	Boraginaceae
cota3	p31.1	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p31.2	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p31.3	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p31.4	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p31.5	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p32.1	*Parapiptadenia rigida (Benth.) Brenan*	Fabaceae
	p33.1	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p33.2	*Terminalia australis Cambess.*	Combretaceae
	p33.3	*Terminalia australis Cambess.*	Combretaceae
	p35.1	*Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo*	Acanthaceae
	p35.2	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p36.1	*Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo*	Acanthaceae
	p36.2	*Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo*	Acanthaceae
	p37.1	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae

Cotas		UA1 Especie	Familia
Cota3	p38.1	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p39.1	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p39.2	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p39.3	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p39.4	*Peplonia axillaris Fontella & Rapini*	Apocynaceae
	p40.1	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p40.2	*Peplonia axillaris Fontella & Rapini*	Apocynaceae
cota4	p41.1	*Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo*	Acanthaceae
	p41.2	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p41.3	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p41.4	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p42.1	*Cordia salicifolia Cham.*	Boraginaceae
	p42.2	*Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo*	Acanthaceae
	p42.3	*Terminalia australis Cambess.*	Combretaceae
	p42.4	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p42.5	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p42.6	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p43.1	*Terminalia australis Cambess.*	Combretaceae
	p43.2	*Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo*	Acanthaceae
	p44.1	*Bromus catharticus Vahl.*	Poaceae
	p44.2	*Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo*	Acanthaceae
	p45.1	*Cordia salicifolia Cham.*	Boraginaceae
	p45.2	*Bromus catharticus Vahl.*	Poaceae
	p45.3	*Pilea microphylla Linn.*	Urticaceae
	p47.1	*Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo*	Acanthaceae
	p47.2	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p47.3	*Terminalia australis Cambess.*	Combretaceae
	p47.4	*Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo*	Acanthaceae
	p47.5	*Terminalia australis Cambess.*	Combretaceae
	p48.1	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p48.2	*Bromus catharticus Vahl.*	Poaceae
	p48.3	*Bromus catharticus Vahl.*	Poaceae
	p49.1	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p49.2	*Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo*	Acanthaceae
	p50.1	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p50.2	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p50.3	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
cota5	p51.1	*Plagiothecium curvifolium Limpricht*	Plagiotheciaceae
	p52.1	*Terminalia australis Cambess.*	Combretaceae
	p52.2	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p53.1	*Terminalia australis Cambess.*	Combretaceae
	p53.2	*Terminalia australis Cambess.*	Combretaceae
	p54.1	*Pilea microphylla Linn.*	Urticaceae
	p54.2	*Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo*	Acanthaceae
	p54.3	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p55.1	*Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo*	Acanthaceae
	p56.1	*Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo*	Acanthaceae
	p56.2	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p57.1	*Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo*	Acanthaceae
	p58.1	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p58.2	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p59.1	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p59.2	*Adenocalymma dusenii Kraenzl.*	Bignoniaceae
	p60.1	*Ruellia angustiflora (Ness) Lindau ex Rambo*	Acanthaceae
	p60.2	*Adenocalymma dusenii Kraenzl.*	Bignoniaceae
	p60.3	*Terminalia australis Cambess.*	Combretaceae

Cotas	Pontos	UA2 Especie	Familia
NA	p1.1	*Bromus catharticus Vahl.*	Poaceae
	p1.2	*Bromus catharticus Vahl.*	Poaceae
	p1.3	*Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.*	Boraginaceae
	p1.4	*Sebastiania commersoniana (Baill.) L.B. Sm. & Downs*	Euphorbiaceae
	p1.5	*Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.*	Boraginaceae
	p2.1	*Trema micrantha (L.) Blume*	Cannabaceae
	p2.2	*Trema micrantha (L.) Blume*	Cannabaceae
	p2.3	*Sebastiania commersoniana (Baill.) L.B. Sm. & Downs*	Euphorbiaceae
	p3.1	*Bromus catharticus Vahl.*	Poaceae
	p3.2	*Bromus catharticus Vahl.*	Poaceae
	p3.3	*Trema micrantha (L.) Blume*	Cannabaceae
	p3.4	*Trema micrantha (L.) Blume*	Cannabaceae
	p3.5	*Trema micrantha (L.) Blume*	Cannabaceae
	p4.1	*Trema micrantha (L.) Blume*	Cannabaceae
	p5.1	*Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.*	Boraginaceae
	p5.2	*Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.*	Boraginaceae
	p6.1	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p7.1	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p7.2	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p7.3	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p8.1	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p8.2	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p8.3	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p8.4	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p8.5	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p8.6	*Solanum paranense Dusén.*	Solanaceae
	p8.7	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p9.1	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p9.2	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p9.3	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p9.4	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p9.5	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p9.6	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p9.7	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p10.1	*Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.*	Boraginaceae
	p10.2	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p10.3	*Sebastiania schottiana (Müll.Arg.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p10.4	*Solanum paranense Dusén.*	Solanaceae
Cota1	p11.1	*Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.*	Boraginaceae
	p11.2	*Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.*	Boraginaceae
	p11.3	*Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.*	Boraginaceae
	p11.4	*Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.*	Boraginaceae
	p11.5	*Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.*	Boraginaceae
	p11.6	*Sebastiania commersoniana (Baill.) L.B. Sm. & Downs*	Euphorbiaceae
	p11.7	*Sebastiania commersoniana (Baill.) L.B. Sm. & Downs*	Euphorbiaceae
	p11.8	*Sebastiania commersoniana (Baill.) L.B. Sm. & Downs*	Euphorbiaceae
	p11.9	*Sebastiania commersoniana (Baill.) L.B. Sm. & Downs*	Euphorbiaceae
	p12.1	*Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.*	Boraginaceae
	p12.2	*Sebastiania commersoniana (Baill.) L.B. Sm. & Downs*	Euphorbiaceae
	p12.3	*Sebastiania commersoniana (Baill.) L.B. Sm. & Downs*	Euphorbiaceae
	p12.4	*Sebastiania commersoniana (Baill.) L.B. Sm. & Downs*	Euphorbiaceae
	p12.5	*Sebastiania commersoniana (Baill.) L.B. Sm. & Downs*	Euphorbiaceae
	p12.6	*Eugenia pyriformis Cambess.*	Myrtaceae
	p12.7	*Eugenia pyriformis Cambess.*	Myrtaceae
	p12.8	*Eugenia pyriformis Cambess.*	Myrtaceae
	p12.9	*Eugenia pyriformis Cambess.*	Myrtaceae
	p12.10	*Eugenia pyriformis Cambess.*	Myrtaceae
	p12.11	*Eugenia pyriformis Cambess.*	Myrtaceae
	p13.1	*Brachiaria plantaginea (Link) Hitchc.*	Poaceae
	p13.2	*Brachiaria plantaginea (Link) Hitchc.*	Poaceae
	p13.3	*Chrysophyllum marginatum (Hook. & Arn.) Radlk.*	Sapotaceae
	p13.4	*Chrysophyllum marginatum (Hook. & Arn.) Radlk.*	Sapotaceae
	p14.1	*Inga vera Willd.*	Fabaceae
	p15.1	*Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.*	Boraginaceae
	p18.1	*Solanum paranense Dusén.*	Solanaceae
	p18.2	*Solanum paranense Dusén.*	Solanaceae
	p18.3	*Solanum paranense Dusén.*	Solanaceae
	p18.4	*Solanum paranense Dusén.*	Solanaceae
	p19.1	*Solanum paranense Dusén.*	Solanaceae
	p19.2	*Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.*	Boraginaceae
	p20.1	*Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.*	Boraginaceae
	p20.2	*Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.*	Boraginaceae
cota2	P21.1	*Pleurozium schreberi (Bridel) Mitten*	Hylocomiaceae
	p21.2	*Ageratum conyzoides L.*	Asteraceae
	P21.3	*Ageratum conyzoides L.*	Asteraceae
	P21.4	*Pleurozium schreberi (Bridel) Mitten*	Hylocomiaceae
	P21.5	*Pleurozium schreberi (Bridel) Mitten*	Hylocomiaceae
	P21.6	*Pleurozium schreberi (Bridel) Mitten*	Hylocomiaceae
	P21.7	*Pleurozium schreberi (Bridel) Mitten*	Hylocomiaceae
	P21.8	*Pleurozium schreberi (Bridel) Mitten*	Hylocomiaceae
	P21.9	*Pleurozium schreberi (Bridel) Mitten*	Hylocomiaceae
	P22.1	*Pleurozium schreberi (Bridel) Mitten*	Hylocomiaceae
	p22.2	*Pleurozium schreberi (Bridel) Mitten*	Hylocomiaceae
	P22.3	*Pleurozium schreberi (Bridel) Mitten*	Hylocomiaceae
	P22.4	*Pleurozium schreberi (Bridel) Mitten*	Hylocomiaceae
	P22.5	*Pleurozium schreberi (Bridel) Mitten*	Hylocomiaceae
	P22.6	*Pleurozium schreberi (Bridel) Mitten*	Hylocomiaceae
	p23.1	*Pleurozium schreberi (Bridel) Mitten*	Hylocomiaceae
	p23.2	*Pleurozium schreberi (Bridel) Mitten*	Hylocomiaceae
	p23.3	*Pleurozium schreberi (Bridel) Mitten*	Hylocomiaceae
	p24.1	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p24.2	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p24.3	*Chrysophyllum marginatum (Hook. & Arn.) Radlk.*	Sapotaceae
	p24.4	*Chrysophyllum marginatum (Hook. & Arn.) Radlk.*	Sapotaceae
	p24.5	*Inga vera Willd.*	Fabaceae
	p24.6	*Inga vera Willd.*	Fabaceae
	p25.1	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p25.2	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae

Cotas	Pontos	UA2 Espécie	Família
	p25.3	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p25.4	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p25.5	*Inga vera Willd.*	Fabaceae
	p26.1	*Inga vera Willd.*	Fabaceae
	p26.2	*Serjania laruotteana Cambess.*	Sapindaceae
	p27.1	*Pleurozium schreberi (Bridel) Mitten*	Hylocomiaceae
	p28.1	*Serjania laruotteana Cambess.*	Sapindaceae
	p28.2	*Mikania cordifolia (L.f.) Willd.*	Asteraceae
	p29.1	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p29.2	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p29.3	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p29.4	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p29.5	*Mikania cordifolia (L.f.) Willd.*	Asteraceae
	p29.6	*Mikania cordifolia (L.f.) Willd.*	Asteraceae
	p29.7	*Mikania cordifolia (L.f.) Willd.*	Asteraceae
	p29.8	*Mikania cordifolia (L.f.) Willd.*	Asteraceae
	p29.9	*Mikania cordifolia (L.f.) Willd.*	Asteraceae
	p29.10	*Mikania cordifolia (L.f.) Willd.*	Asteraceae
	p29.11	*Mikania cordifolia (L.f.) Willd.*	Asteraceae
	p29.12	*Mikania cordifolia (L.f.) Willd.*	Asteraceae
	p30.1	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p30.2	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p30.3	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p30.4	*Mikania cordifolia (L.f.) Willd.*	Asteraceae
	p30.5	*Mikania cordifolia (L.f.) Willd.*	Asteraceae
cota3	p31.1	*Pleurozium schreberi (Bridel) Mitten*	Hylocomiaceae
	p31.2	*Inga vera Willd.*	Fabaceae
	p31.3	*Mikania cordifolia (L.f.) Willd.*	Asteraceae
	p31.4	*Mikania cordifolia (L.f.) Willd.*	Asteraceae
	p32.1	*Brachiaria plantaginea (Link) Hitchc.*	Poaceae
	p32.2	*Terminalia australis Cambess.*	Combretaceae
	p32.3	*Terminalia australis Cambess.*	Combretaceae
	p33.1	*Brachiaria plantaginea (Link) Hitchc.*	Poaceae
	p33.2	*Brachiaria plantaginea (Link) Hitchc.*	Poaceae
	p35.1	*Serjania laruotteana Cambess.*	Sapindaceae
	p36.1	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p36.2	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p37.1	*Pleurozium schreberi (Bridel) Mitten*	Hylocomiaceae
	p37.2	*Plagiothecium curvifolium Limpricht*	Plagiotheciacea
	p37.3	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p37.4	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p37.5	*Sebastiania commersoniana (Baill.) L.B. Sm. & Downs*	Euphorbiaceae
	p38.1	*Brachiaria plantaginea (Link) Hitchc.*	Poaceae
	p38.2	*Plagiothecium curvifolium Limpricht*	Plagiotheciacea
	p38.3	*Chrysophyllum marginatum (Hook. & Arn.) Radlk.*	Sapotaceae
	p38.4	*Chrysophyllum marginatum (Hook. & Arn.) Radlk.*	Sapotaceae
	p38.5	*Chrysophyllum marginatum (Hook. & Arn.) Radlk.*	Sapotaceae
	p39.1	*Serjania laruotteana Cambess.*	Sapindaceae
	p39.2	*Chrysophyllum marginatum (Hook. & Arn.) Radlk.*	Sapotaceae
	p39.3	*Chrysophyllum marginatum (Hook. & Arn.) Radlk.*	Sapotaceae
	p39.4	*Sebastiania commersoniana (Baill.) L.B. Sm. & Downs*	Euphorbiaceae
	p39.5	*Sebastiania commersoniana (Baill.) L.B. Sm. & Downs*	Euphorbiaceae
	p40.1	*Cordia salicifolia Cham.*	Boraginaceae
	p40.2	*Chrysophyllum marginatum (Hook. & Arn.) Radlk.*	Sapotaceae
	p40.3	*Chrysophyllum marginatum (Hook. & Arn.) Radlk.*	Sapotaceae
cota4	p41.1	*Pleurozium schreberi (Bridel) Mitten*	Hylocomiaceae
	p41.2	*Pilea microphylla Linn.*	Urticaceae
	p41.3	*Eugenia involucrata DC.*	Myrtaceae
	p41.4	*Eugenia involucrata DC.*	Myrtaceae
	p41.5	*Eugenia involucrata DC.*	Myrtaceae
	p42.1	*Plagiothecium curvifolium Limpricht*	Plagiotheciacea
	p42.2	*Eugenia involucrata DC.*	Myrtaceae
	p42.3	*Eugenia involucrata DC.*	Myrtaceae
	p43.1	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p43.2	*Eugenia involucrata DC.*	Myrtaceae
	p43.3	*Eugenia involucrata DC.*	Myrtaceae
	p43.4	*Eugenia involucrata DC.*	Myrtaceae
	p44.1	*Eugenia involucrata DC.*	Myrtaceae
	p44.2	*Eugenia involucrata DC.*	Myrtaceae
	p45.1	*Plagiothecium curvifolium Limpricht*	Plagiotheciacea
	p46.1	*Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.*	Boraginaceae
	p47.1	*Plagiothecium curvifolium Limpricht*	Plagiotheciacea
	p47.2	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p47.2	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p47.3	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p47.4	*Serjania laruotteana Cambess.*	Sapindaceae
	p47.5	*Serjania laruotteana Cambess.*	Sapindaceae
	p48.1	*Plagiothecium curvifolium Limpricht*	Plagiotheciaceae
	p48.2	*Serjania laruotteana Cambess.*	Sapindaceae
	p48.3	*Eugenia involucrata DC.*	Myrtaceae
	p48.4	*Eugenia involucrata DC.*	Myrtaceae
	p48.5	*Eugenia involucrata DC.*	Myrtaceae
	p49.1	*Plagiothecium curvifolium Limpricht*	Plagiotheciaceae
	p49.2	*Pilea microphylla Linn.*	Urticaceae
	p49.3	*Cordia salicifolia Cham.*	Boraginaceae
	p50.1	*Bromus catharticus Vahl.*	Poaceae
	p50.2	*Bromus catharticus Vahl.*	Poaceae
	p50.3	*Cordia salicifolia Cham.*	Boraginaceae
	p50.4	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
cota5	p52.1	*Eugenia involucrata DC.*	Myrtaceae
	p53.1	*Plagiothecium curvifolium Limpricht*	Plagiotheciaceae
	p55.1	*Pilea microphylla Linn.*	Urticaceae
	p55.2	*Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.*	Boraginaceae
	p55.3	*Chrysophyllum marginatum (Hook. & Arn.) Radlk.*	Sapotaceae
	p56.1	*Pilea microphylla Linn.*	Urticaceae
	p56.2	*Pilea microphylla Linn.*	Urticaceae
	p56.3	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p56.4	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae

p57.1	*Bromus catharticus Vahl.*	Poaceae
p57.2	*Pilea microphylla Linn.*	Urticaceae
p57.3	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
p58.1	*Chrysophyllum marginatum (Hook. & Arn.) Radlk.*	Sapotaceae
p60.1	*Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.*	Boraginaceae

Cotas	UA3	Especie	Familia
NA	p1.1	*Inga vera Willd.*	Fabaceae
	p2.1	*Pithecoctenium crucigerum (L.) A.H.Gentry.*	Bignoniaceae
	p2.2	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p2.3	*Pithecoctenium crucigerum (L.) A.H.Gentry.*	Bignoniaceae
	p2.4	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p3	*Pithecoctenium crucigerum (L.) A.H.Gentry.*	Bignoniaceae
	p4.1	*Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.*	Boraginaceae
	p4.2	*Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.*	Boraginaceae
	p5.1	*Pithecoctenium crucigerum (L.) A.H.Gentry.*	Bignoniaceae
	p5.2	*Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.*	Boraginaceae
	p6.1	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p6.2	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p6.3	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p7.1	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p7.2	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p8.1	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p8.2	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p9.1	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p9.2	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p10.1	*Serjania laruotteana Cambess.*	Sapindaceae
	p10.2	*Serjania laruotteana Cambess.*	Sapindaceae
	p10.3	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
cota1	p11.1	*Pithecoctenium crucigerum (L.) A.H.Gentry.*	Bignoniaceae
	p11.2	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p11.3	*Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.*	Boraginaceae
	p12.1	*Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.*	Boraginaceae
	p12.2	*Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.*	Boraginaceae
	p13.1	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p15.1	*Inga vera Willd.*	Fabaceae
	p15.2	*Inga vera Willd.*	Fabaceae
	p15.3	*Inga vera Willd.*	Fabaceae
	p18.1	*Inga vera Willd.*	Fabaceae
	p19.1	*Adenocalymma dusenii Kraenzl.*	Bignoniaceae
	p19.2	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p19.3	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p20.1	*Pithecoctenium crucigerum (L.) A.H.Gentry.*	Bignoniaceae
	p20.2	*Adenocalymma dusenii Kraenzl.*	Bignoniaceae
	p20.3	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
cota2	p21.1	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p21.2	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p21.3	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p22.1	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p22.2	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p22.3	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p22.4	*Cordia trichotoma (Vell.) Arrab. ex Steud.*	Boraginaceae
	p23.1	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p23.2	*Eugenia uniflora L.*	Myrtaceae
	p24.1	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p24.2	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p24.3	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p25.1	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p25.2	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p26.1	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p26.2	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p27.1	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p27.2	*Inga vera Willd.*	Fabaceae
	p28.1	*Inga vera Willd.*	Fabaceae
cota3	p32.1	*Pithecoctenium crucigerum (L.) A.H.Gentry.*	Bignoniaceae
	p33.1	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p35.1	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p36.1	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p37.1	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p37.2	*Eugenia involucrata DC.*	Myrtaceae
	p38.1	*Eugenia involucrata DC.*	Myrtaceae
	p39.1	*Pilea microphylla Linn.*	Urticaceae
	p39.2	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p40.1	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
cota4	p44.1	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p45.1	*Pithecoctenium crucigerum (L.) A.H.Gentry.*	Bignoniaceae
	p46.1	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p48.1	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p48.2	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p48.3	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p49.1	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p49.2	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p49.3	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p49.4	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p49.5	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p49.6	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p50.1	*Ageratum conyzoides L.*	Asteraceae
	p50.2	*Coutarea hexandra (Jacq.) K. Schum.*	Rubiaceae
	p50.3	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
cota5	p51.1	*Marchantia paleacea Bertol.*	Marchantiaceae
	p52.1	*Peplonia axillaris Fontella & Rapini*	Apocynaceae
	p55.1	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p56.1	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae

Código	UA3	Especie	Familia
	p56.2	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p57.1	*Peplonia axillaris Fontella & Rapini*	Apocynaceae
	p57.2	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p57.3	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p58.1	*Peplonia axillaris Fontella & Rapini*	Apocynaceae
	p58.2	*Peplonia axillaris Fontella & Rapini*	Apocynaceae
	p58.3	*Actinostemon concolor (Spreng.) Müll.Arg.*	Euphorbiaceae
	p58.4	Sorocea bonplandii (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer	Moraceae
	p58.5	Sorocea bonplandii (Baill.) W.C. Burger, Lanjouw & Boer	Moraceae
	p60.1	*Plinia rivularis (Cambess.) Rotman*	Myrtaceae

Apêndice J- Resultados gerais obtidos com o processamento dos dados pelo software SYNCSA.

Resultados pré-barramento para as UA's 1, 2 e 3 respectivamente.

```
t1      t8
t7      t21     t24
t1      t8      t12     t21
t1      t8      t10     t12     t21

2       2       2       2
0.655111        0.926651        0.989376        0.966676
rait subsets listed above are optimal for each level starting with one trait,
followed by the corresponding optimal number of groups and ranking criterion values for the optimal subsets.


CHARACTER-BASED COMMUNITY ANALYSIS                      SYNCSA v.2.8.7

---------------------------------------------------------------------------
TRAIT SUBSET OPTIMIZATION
---------------------------------------------------------------------------
Wed Jun 18 22:32:17 2014
Session:
Formatted data: Diego_UA1Formda.txt
Trait ranking criterion (TRC): 1 (both trait-divergence and trait-convergence assembly patterns)        matrix correlation (Mantel)
Pooling of populations: 2 (polythetic)
Clustering method defining types: 4 (average linkage UPGMA)
Gower similarity index modified to count matching absences in binary traits? yes
Ranking algorithm: 2 (all trait combinations)
All traits were considered in the computation of Gower similarity index between populations.
Maximum number of types examined: 138
Fuzzy transformation: fuzzy (fuzzy belonging of OTUs to types)
Resemblance option between communities: 10 (chord distance)
Ranking criterion values, groups and optimal subset with 2 traits:      0.655111        2 groups        t1      t8
Ranking criterion values, groups and optimal subset with 3 traits:      0.926651        2 groups        t7      t21     t24
Ranking criterion values, groups and optimal subset with 4 traits:      0.989376        2 groups        t1      t8      t12     t21
Ranking criterion values, groups and optimal subset with 5 traits:      0.966676        2 groups        t1      t8      t10     t12     t21


Trait subsets with maximum congruence (only optimal number of types presented):
TRC     n groups        optimal subset of traits
0.989376        2 groups        t1      t8      t12     t21
0.989376        2 groups        t1      t10     t12     t21
0.989376        2 groups        t1      t12     t14     t21
0.989376        2 groups        t1      t12     t21     t22
0.989376        2 groups        t1      t12     t13     t21
0.989376        2 groups        t1      t12     t15     t21
0.989376        2 groups        t1      t12     t21     t23
0.966676        2 groups        t1      t8      t12     t21     t22
0.966676        2 groups        t1      t8      t10     t12     t21
0.966676        2 groups        t1      t12     t14     t21     t22
0.966676        2 groups        t1      t12     t13     t15     t21
0.966676        2 groups        t1      t10     t12     t14     t21
0.966676        2 groups        t1      t12     t13     t14     t21
0.966676        2 groups        t1      t10     t12     t21     t22
0.966676        2 groups        t1      t8      t12     t15     t21
0.966676        2 groups        t1      t12     t13     t21     t23
0.966676        2 groups        t1      t10     t12     t15     t21
0.966676        2 groups        t1      t8      t12     t14     t21
0.966676        2 groups        t1      t12     t15     t21     t22
0.966676        2 groups        t1      t12     t13     t21     t22
0.966676        2 groups        t1      t10     t12     t21     t23
0.966676        2 groups        t1      t12     t14     t21     t23
0.966676        2 groups        t1      t8      t12     t13     t21
0.966676        2 groups        t1      t12     t21     t22     t23
0.966676        2 groups        t1      t8      t12     t21     t23
0.966676        2 groups        t1      t12     t15     t21     t23
0.966676        2 groups        t1      t10     t12     t13     t21
0.966676        2 groups        t1      t12     t14     t15     t21
0.929727        2 groups        t5      t16     t21     t23     t24
0.929727        2 groups        t5      t14     t16     t21     t24
0.929727        2 groups        t5      t10     t16     t21     t24
0.929727        2 groups        t5      t15     t16     t21     t24
0.929727        2 groups        t5      t13     t16     t21     t24
0.929727        2 groups        t5      t8      t16     t21     t24
0.929727        2 groups        t5      t16     t21     t22     t24
0.929384        2 groups        t5      t8      t15     t16     t24
0.929384        2 groups        t5      t10     t14     t16     t24
0.929384        2 groups        t5      t8      t10     t16     t24
0.929384        2 groups        t5      t13     t16     t22     t24
0.929384        2 groups        t5      t8      t14     t16     t24
0.929384        2 groups        t5      t10     t15     t16     t24
0.929384        2 groups        t5      t8      t16     t23     t24
0.929384        2 groups        t5      t10     t13     t16     t24
0.929384        2 groups        t5      t14     t16     t22     t24
0.929384        2 groups        t5      t13     t15     t16     t24
0.929384        2 groups        t5      t16     t22     t23     t24
0.929384        2 groups        t5      t14     t16     t23     t24
0.929384        2 groups        t5      t8      t16     t22     t24
0.929384        2 groups        t5      t14     t15     t16     t24
0.929384        2 groups        t5      t13     t14     t16     t24
0.929384        2 groups        t5      t10     t16     t22     t24
0.929384        2 groups        t5      t10     t16     t23     t24
0.929384        2 groups        t5      t13     t16     t23     t24
0.929384        2 groups        t5      t15     t16     t22     t24
0.929384        2 groups        t5      t15     t16     t23     t24
0.929384        2 groups        t5      t8      t13     t16     t24
0.926651        2 groups        t7      t21     t24
0.925153        2 groups        t5      t9      t13     t14     t24
0.925153        2 groups        t5      t8      t11     t22     t24
0.925153        2 groups        t5      t10     t11     t22     t24
0.925153        2 groups        t5      t9      t14     t15     t24
0.925153        2 groups        t5      t11     t15     t22     t24
0.925153        2 groups        t5      t9      t10     t14     t24
0.925153        2 groups        t5      t8      t11     t15     t24
0.925153        2 groups        t5      t8      t9      t23     t24
0.925153        2 groups        t5      t10     t11     t23     t24
0.925153        2 groups        t5      t9      t10     t13     t24
0.925153        2 groups        t5      t10     t11     t13     t24
0.925153        2 groups        t5      t9      t13     t23     t24
0.925153        2 groups        t5      t11     t14     t22     t24
0.925153        2 groups        t5      t9      t10     t22     t24
0.925153        2 groups        t5      t9      t14     t22     t24
0.925153        2 groups        t5      t8      t9      t10     t24
0.925153        2 groups        t5      t10     t11     t15     t24
0.925153        2 groups        t5      t8      t9      t14     t24
0.925153        2 groups        t5      t8      t9      t13     t24
0.925153        2 groups        t5      t11     t13     t23     t24
0.925153        2 groups        t5      t8      t11     t13     t24
0.925153        2 groups        t5      t11     t13     t14     t24
0.925153        2 groups        t5      t9      t13     t22     t24
0.925153        2 groups        t5      t9      t10     t15     t24
0.925153        2 groups        t5      t11     t13     t22     t24
0.925153        2 groups        t5      t11     t15     t23     t24
0.925153        2 groups        t5      t8      t11     t23     t24
0.925153        2 groups        t5      t9      t15     t23     t24
0.925153        2 groups        t5      t11     t13     t15     t24
0.925153        2 groups        t5      t9      t13     t15     t24
0.925153        2 groups        t5      t8      t11     t14     t24
0.925153        2 groups        t5      t11     t14     t15     t24
0.925153        2 groups        t5      t9      t14     t23     t24
0.925153        2 groups        t5      t8      t9      t15     t24
0.925153        2 groups        t5      t8      t10     t11     t24
0.925153        2 groups        t5      t8      t9      t22     t24
```

```
0.925153        2 groups        t5      t9      t15     t22     t24
0.925153        2 groups        t5      t10     t11     t14     t24
0.925153        2 groups        t5      t11     t22     t23     t24
0.925153        2 groups        t5      t11     t14     t23     t24
0.925153        2 groups        t5      t9      t22     t23     t24
0.925153        2 groups        t5      t9      t10     t23     t24
0.923461        2 groups        t5      t9      t21     t24
Elapsed time: 18143 seconds
```

```
t7      t13
t7      t8      t10
t7      t8      t10     t14
t7      t8      t10     t14     t15

2       2       2       2
0.991969        0.987981        0.987965        0.987959
rait subsets listed above are optimal for each level starting with one trait,
followed by the corresponding optimal number of groups and ranking criterion values for the optimal subsets.
```

```
CHARACTER-BASED COMMUNITY ANALYSIS                      SYNCSA v.2.8.7

---------------------------------------------------------------------------
TRAIT SUBSET OPTIMIZATION
---------------------------------------------------------------------------
Tue Mar 11 07:28:00 2014
Session:
Formatted data: Diego_UA2preFormda.txt
Trait ranking criterion (TRC): 1 (both trait-divergence and trait-convergence assembly patterns)        matrix correlation (Mantel)
Pooling of populations: 2 (polythetic)
Clustering method defining types: 4 (average linkage UPGMA)
Gower similarity index modified to count matching absences in binary traits? yes
Ranking algorithm: 2 (all trait combinations)
All traits were considered in the computation of Gower similarity index between populations.
Maximum number of types examined: 200
Fuzzy transformation: fuzzy (fuzzy belonging of OTUs to types)
Resemblance option between communities: 10 (chord distance)
Ranking criterion values, groups and optimal subset with 2 traits:      0.991969        2 groups        t7      t13
Ranking criterion values, groups and optimal subset with 3 traits:      0.987981        2 groups        t7      t8      t10
Ranking criterion values, groups and optimal subset with 4 traits:      0.987965        2 groups        t7      t8      t10     t14
Ranking criterion values, groups and optimal subset with 5 traits:      0.987959        2 groups        t7      t8      t10     t14     t15
Trait subsets with maximum congruence (only optimal number of types presented):
TRC     n groups        optimal subset of traits
0.991969        2 groups        t7      t13
0.988069        2 groups        t7      t15
0.988069        2 groups        t7      t14
0.988069        2 groups        t7      t8
0.988069        2 groups        t7      t10
0.987981        2 groups        t7      t8      t14
0.987981        2 groups        t7      t8      t10
0.987981        2 groups        t7      t14     t15
0.987981        2 groups        t7      t8      t15
0.987981        2 groups        t7      t10     t15
0.987981        2 groups        t7      t10     t14
0.987965        2 groups        t7      t10     t14     t15
0.987965        2 groups        t7      t8      t14     t15
0.987965        2 groups        t7      t8      t10     t14
0.987965        2 groups        t7      t8      t10     t15
0.987959        2 groups        t7      t8      t10     t14     t15
0.986287        2 groups        t4      t7      t23
0.986287        2 groups        t4      t7      t11
0.985845        2 groups        t1      t3      t7      t9      t12
0.985346        2 groups        t4      t7
0.984367        2 groups        t4      t7      t16
0.984342        2 groups        t4      t7      t8      t23
0.984342        2 groups        t4      t7      t15     t23
0.984342        2 groups        t4      t7      t11     t15
0.984342        2 groups        t4      t7      t14     t23
0.984342        2 groups        t4      t7      t8      t11
0.984342        2 groups        t4      t7      t10     t11
0.984342        2 groups        t4      t7      t11     t14
0.984342        2 groups        t4      t7      t10     t23
0.983999        2 groups        t4      t7      t8      t16
0.983999        2 groups        t4      t7      t15     t16
0.983999        2 groups        t4      t7      t14     t16
0.983999        2 groups        t4      t7      t10     t16
0.983922        2 groups        t4      t7      t8      t10     t16
0.983922        2 groups        t4      t7      t10     t14     t16
0.983922        2 groups        t4      t7      t10     t15     t16
0.983922        2 groups        t4      t7      t8      t15     t16
0.983922        2 groups        t4      t7      t14     t15     t16
0.983922        2 groups        t4      t7      t8      t14     t16
0.983884        2 groups        t1      t7      t9      t12     t22
0.983014        2 groups        t4      t7      t8      t10     t23
0.983014        2 groups        t4      t7      t8      t11     t15
0.983014        2 groups        t4      t7      t11     t14     t15
0.983014        2 groups        t4      t7      t8      t11     t14
0.983014        2 groups        t4      t7      t10     t11     t14
0.983014        2 groups        t4      t7      t8      t15     t23
0.983014        2 groups        t4      t7      t10     t11     t15
0.983014        2 groups        t4      t7      t14     t15     t23
0.983014        2 groups        t4      t7      t8      t10     t11
0.983014        2 groups        t4      t7      t10     t14     t23
0.983014        2 groups        t4      t7      t10     t15     t23
0.983014        2 groups        t4      t7      t8      t14     t23
0.982612        2 groups        t7      t10     t13     t15     t23
0.982612        2 groups        t7      t8      t13     t14     t23
0.982612        2 groups        t7      t8      t10     t11     t13
0.982612        2 groups        t7      t8      t13     t15     t23
0.982612        2 groups        t7      t13     t14     t15     t23
0.982612        2 groups        t7      t8      t11     t13     t15
0.982612        2 groups        t7      t10     t13     t14     t23
0.982612        2 groups        t7      t8      t10     t13     t23
0.982612        2 groups        t7      t10     t11     t13     t14
0.982612        2 groups        t7      t8      t11     t13     t14
0.982612        2 groups        t7      t10     t11     t13     t15
0.982612        2 groups        t7      t11     t13     t14     t15
0.98251         2 groups        t4      t7      t10
0.98251         2 groups        t4      t7      t14
0.98251         2 groups        t4      t7      t15
0.98251         2 groups        t4      t7      t8
0.982268        2 groups        t4      t7      t8      t16     t23
0.982268        2 groups        t4      t7      t11     t15     t16
0.982268        2 groups        t4      t7      t8      t11     t16
0.982268        2 groups        t4      t7      t15     t16     t23
0.982268        2 groups        t4      t7      t10     t16     t23
0.982268        2 groups        t4      t7      t10     t11     t16
0.982268        2 groups        t4      t7      t11     t14     t16
0.982268        2 groups        t4      t7      t14     t16     t23
0.981785        2 groups        t4      t7      t14     t15
0.981785        2 groups        t4      t7      t8      t15
0.981785        2 groups        t4      t7      t10     t15
0.981785        2 groups        t4      t7      t8      t14
0.981785        2 groups        t4      t7      t10     t14
0.981785        2 groups        t4      t7      t8      t10
0.981589        2 groups        t4      t7      t16     t23
0.981589        2 groups        t4      t7      t11     t16
0.981408        2 groups        t4      t7      t8      t10     t14
0.981408        2 groups        t4      t7      t10     t14     t15
0.981408        2 groups        t4      t7      t8      t14     t15
0.981408        2 groups        t4      t7      t8      t10     t15
0.979893        2 groups        t6      t7      t13     t23     t25
0.979893        2 groups        t6      t7      t11     t13     t25
0.97988         2 groups        t4      t7      t8      t15     t25
0.97988         2 groups        t4      t7      t8      t10     t25
0.97988         2 groups        t4      t7      t14     t15     t25
0.97988         2 groups        t4      t7      t10     t15     t25
0.97988         2 groups        t4      t7      t8      t14     t25
0.97988         2 groups        t4      t7      t10     t14     t25
0.979337        2 groups        t7      t11     t13     t14
0.979337        2 groups        t7      t8      t11     t13
0.979337        2 groups        t7      t10     t13     t23
0.979337        2 groups        t7      t10     t11     t13
Elapsed time: 40147 seconds
```

```
t7      t12
t4      t12     t18
t12     t17     t18     t25
t4      t12     t17     t18     t25

2       2       2       2
0.811399        0.983646        0.994388        0.993976
 subsets listed above are optimal for each level starting with one trait,
followed by the corresponding optimal number of groups and ranking criterion values for the optimal subsets.


CHARACTER-BASED COMMUNITY ANALYSIS                      SYNCSA v.2.8.7

---------------------------------------------------------------------------
TRAIT SUBSET OPTIMIZATION
---------------------------------------------------------------------------
Tue Mar 11 05:38:59 2014
Session:
Formatted data: Diego_UA3preFormda.txt
Trait ranking criterion (TRC): 1 (both trait-divergence and trait-convergence assembly patterns)        matrix correlation (Mantel)
Pooling of populations: 2 (polythetic)
Clustering method defining types: 4 (average linkage UPGMA)
Gower similarity index modified to count matching absences in binary traits? yes
Ranking algorithm: 2 (all trait combinations)
All traits were considered in the computation of Gower similarity index between populations.
Maximum number of types examined: 96
Fuzzy transformation: fuzzy (fuzzy belonging of OTUs to types)
Resemblance option between communities: 10 (chord distance)
Ranking criterion values, groups and optimal subset with 2 traits:      0.811399        2 groups        t7      t12
Ranking criterion values, groups and optimal subset with 3 traits:      0.983646        2 groups        t4      t12     t18
Ranking criterion values, groups and optimal subset with 4 traits:      0.994388        2 groups        t12     t17     t18     t25
Ranking criterion values, groups and optimal subset with 5 traits:      0.993976        2 groups        t4      t12     t17     t18     t25
Trait subsets with maximum congruence (only optimal number of types presented):
TRC     n groups        optimal subset of traits
0.994388        2 groups        t12     t17     t18     t25
0.993976        2 groups        t4      t12     t17     t18     t25
0.98784         2 groups        t2      t8      t11     t19     t23
0.987415        2 groups        t12     t16     t18     t21
0.987262        2 groups        t6      t12     t17     t18     t23
0.987062        2 groups        t6      t11     t12     t17     t18
0.984987        2 groups        t8      t12     t17     t18     t25
0.984143        2 groups        t4      t12     t18     t20
0.984045        2 groups        t12     t14     t17     t18     t25
0.984045        2 groups        t12     t13     t17     t18     t25
0.984045        2 groups        t12     t17     t18     t22     t25
0.984045        2 groups        t12     t17     t18     t24     t25
0.984045        2 groups        t12     t15     t17     t18     t25
0.984045        2 groups        t10     t12     t17     t18     t25
0.983646        2 groups        t4      t12     t18
0.983227        2 groups        t2      t11     t15     t19     t23
0.983227        2 groups        t2      t10     t11     t19     t23
0.983227        2 groups        t2      t11     t13     t19     t23
0.983227        2 groups        t2      t11     t19     t22     t23
0.983227        2 groups        t2      t11     t19     t23     t24
0.983227        2 groups        t2      t11     t14     t19     t23
0.982889        2 groups        t2      t3      t11     t19     t23
0.982395        2 groups        t6      t12     t18     t19     t25
0.982209        2 groups        t5      t7      t12     t18     t19
0.981704        2 groups        t12     t16     t18     t21     t22
0.981704        2 groups        t12     t15     t16     t18     t21
0.981704        2 groups        t12     t13     t16     t18     t21
0.981704        2 groups        t10     t12     t16     t18     t21
0.981704        2 groups        t12     t14     t16     t18     t21
0.981704        2 groups        t12     t16     t18     t21     t24
0.980701        2 groups        t4      t7      t12     t17     t18
0.980128        2 groups        t6      t12     t18
0.979929        2 groups        t4      t12     t18     t20     t23
0.979285        2 groups        t5      t7      t11     t17     t23
0.979019        2 groups        t6      t12     t18     t24
0.979019        2 groups        t6      t12     t18     t22
0.979019        2 groups        t6      t12     t15     t18
0.979019        2 groups        t6      t12     t14     t18
0.979019        2 groups        t6      t12     t13     t18
0.979019        2 groups        t6      t10     t12     t18
0.978861        2 groups        t4      t11     t12     t18     t20
0.978195        2 groups        t4      t8      t12     t18     t20
0.977937        2 groups        t4      t12     t18     t20     t22
0.977937        2 groups        t4      t12     t14     t18     t20
0.977937        2 groups        t4      t10     t12     t18     t20
0.977937        2 groups        t4      t12     t18     t20     t24
0.977937        2 groups        t4      t12     t13     t18     t20
0.977937        2 groups        t4      t12     t15     t18     t20
0.977758        2 groups        t4      t8      t12     t18
0.977747        2 groups        t2      t3      t11     t17     t23
0.977631        2 groups        t4      t11     t12     t18
0.977321        2 groups        t1      t4      t6      t12     t18
0.977044        2 groups        t4      t12     t18     t24
0.977044        2 groups        t4      t12     t13     t18
0.977044        2 groups        t4      t10     t12     t18
0.977044        2 groups        t4      t12     t15     t18
0.977044        2 groups        t4      t12     t18     t22
0.977044        2 groups        t4      t12     t14     t18
0.976536        2 groups        t11     t12     t17     t18     t25
0.97583         2 groups        t4      t5      t12     t18     t20
0.975717        2 groups        t4      t12     t18     t23
0.974593        2 groups        t6      t12     t15     t18     t19
0.974593        2 groups        t6      t12     t18     t19     t22
0.974593        2 groups        t6      t12     t13     t18     t19
0.974593        2 groups        t6      t12     t18     t19     t24
0.974593        2 groups        t6      t12     t14     t18     t19
0.974593        2 groups        t6      t10     t12     t18     t19
0.974543        2 groups        t2      t11     t15     t17     t23
0.974543        2 groups        t2      t11     t17     t22     t23
0.974543        2 groups        t2      t10     t11     t17     t23
0.974543        2 groups        t2      t11     t14     t17     t23
0.974543        2 groups        t2      t11     t13     t17     t23
0.974543        2 groups        t2      t11     t17     t23     t24
0.974241        2 groups        t2      t8      t11     t17     t23
0.970183        2 groups        t6      t10     t12     t18     t22
0.970183        2 groups        t6      t12     t13     t15     t18
0.970183        2 groups        t6      t12     t18     t22     t24
0.970183        2 groups        t6      t12     t14     t18     t24
0.970183        2 groups        t6      t10     t12     t18     t24
0.970183        2 groups        t6      t10     t12     t14     t18
0.970183        2 groups        t6      t10     t12     t15     t18
0.970183        2 groups        t6      t12     t13     t18     t22
0.970183        2 groups        t6      t12     t15     t18     t24
0.970183        2 groups        t6      t12     t14     t18     t22
0.970183        2 groups        t6      t10     t12     t13     t18
0.970183        2 groups        t6      t12     t13     t14     t18
0.970183        2 groups        t6      t12     t14     t15     t18
0.970183        2 groups        t6      t12     t15     t18     t22
0.970183        2 groups        t6      t12     t13     t18     t24
0.967212        2 groups        t7      t12     t18     t19     t21
0.967057        2 groups        t6      t7      t12     t18     t19
0.967017        2 groups        t4      t8      t10     t12     t18
0.967017        2 groups        t4      t8      t12     t13     t18
0.967017        2 groups        t4      t8      t12     t18     t22
0.967017        2 groups        t4      t8      t12     t14     t18
0.967017        2 groups        t4      t8      t12     t18     t24
0.967017        2 groups        t4      t8      t12     t15     t18
0.966639        2 groups        t2      t4      t11     t19     t23
0.966559        2 groups        t6      t12     t18     t19
0.965537        2 groups        t7      t11     t17     t23     t24
Elapsed time: 3848 seconds
```

Resultados pós-barramento para as UA's 1, 2 e 3 respectivamente.

```
t8      t21
t8      t10     t21
t8      t10     t13     t21
t8      t10     t13     t14     t21

2       2       2       2
0.999349        0.999349        0.999338        0.999354
t subsets listed above are optimal for each level starting with one trait,
followed by the corresponding optimal number of groups and ranking criterion values for the optimal subsets.


CHARACTER-BASED COMMUNITY ANALYSIS                      SYNCSA v.2.8.7

---------------------------------------------------------------------
TRAIT SUBSET OPTIMIZATION
---------------------------------------------------------------------
Tue Mar 11 00:59:44 2014
Session:
Formatted data: Diego_UA1POFormda.txt
Trait ranking criterion (TRC): 1 (both trait-divergence and trait-convergence assembly patterns)        matrix correlation (Mantel)
Pooling of populations: 2 (polythetic)
Clustering method defining types: 4 (average linkage UPGMA)
Gower similarity index modified to count matching absences in binary traits? yes
Ranking algorithm: 2 (all trait combinations)
All traits were considered in the computation of Gower similarity index between populations.
Maximum number of types examined: 138
Fuzzy transformation: fuzzy (fuzzy belonging of OTUs to types)
Resemblance option between communities: 10 (chord distance)
Ranking criterion values, groups and optimal subset with 2 traits:      0.999349        2 groups        t8      t21
Ranking criterion values, groups and optimal subset with 3 traits:      0.999349        2 groups        t8      t10     t21
Ranking criterion values, groups and optimal subset with 4 traits:      0.999338        2 groups        t8      t10     t13     t21
Ranking criterion values, groups and optimal subset with 5 traits:      0.999354        2 groups        t8      t10     t13     t14     t21
Trait subsets with maximum congruence (only optimal number of types presented):
TRC     n groups        optimal subset of traits
0.999354        2 groups        t8      t10     t13     t14     t21
0.999354        2 groups        t10     t13     t21     t22     t23
0.999354        2 groups        t8      t10     t15     t21     t22
0.999354        2 groups        t10     t15     t21     t22     t23
0.999354        2 groups        t8      t13     t15     t21     t22
0.999354        2 groups        t8      t10     t13     t21     t23
0.999354        2 groups        t10     t13     t14     t21     t22
0.999354        2 groups        t8      t14     t15     t21     t23
0.999354        2 groups        t8      t13     t21     t22     t23
0.999354        2 groups        t8      t13     t14     t21     t22
0.999354        2 groups        t8      t10     t21     t22     t23
0.999354        2 groups        t13     t14     t15     t21     t23
0.999354        2 groups        t10     t13     t15     t21     t22
0.999354        2 groups        t10     t14     t15     t21     t23
0.999354        2 groups        t8      t10     t14     t21     t22
0.999354        2 groups        t8      t10     t13     t15     t21
0.999354        2 groups        t8      t15     t21     t22     t23
0.999354        2 groups        t13     t15     t21     t22     t23
0.999354        2 groups        t14     t15     t21     t22     t23
0.999354        2 groups        t10     t14     t15     t21     t22
0.999354        2 groups        t8      t10     t14     t21     t23
0.999354        2 groups        t8      t10     t14     t15     t21
0.999354        2 groups        t8      t13     t14     t21     t23
0.999354        2 groups        t8      t10     t13     t21     t22
0.999354        2 groups        t8      t10     t15     t21     t23
0.999354        2 groups        t8      t13     t14     t15     t21
0.999354        2 groups        t8      t13     t15     t21     t23
0.999354        2 groups        t8      t14     t15     t21     t22
0.999354        2 groups        t10     t13     t14     t21     t23
0.999354        2 groups        t10     t13     t15     t21     t23
0.999354        2 groups        t10     t13     t14     t15     t21
0.999354        2 groups        t13     t14     t15     t21     t22
0.999354        2 groups        t13     t14     t21     t22     t23
0.999354        2 groups        t10     t14     t21     t22     t23
0.999354        2 groups        t8      t14     t21     t22     t23
0.999349        2 groups        t15     t21
0.999349        2 groups        t21     t23
0.999349        2 groups        t10     t21
0.999349        2 groups        t21     t22
0.999349        2 groups        t14     t21
0.999349        2 groups        t13     t21
0.999349        2 groups        t8      t21
0.999349        2 groups        t14     t15     t21
0.999349        2 groups        t13     t21     t22
0.999349        2 groups        t8      t10     t21
0.999349        2 groups        t15     t21     t23
0.999349        2 groups        t15     t21     t22
0.999349        2 groups        t14     t21     t23
0.999349        2 groups        t10     t21     t23
0.999349        2 groups        t8      t21     t23
0.999349        2 groups        t10     t21     t22
0.999349        2 groups        t8      t21     t22
0.999349        2 groups        t21     t22     t23
0.999349        2 groups        t13     t15     t21
0.999349        2 groups        t10     t15     t21
0.999349        2 groups        t8      t14     t21
0.999349        2 groups        t8      t13     t21
0.999349        2 groups        t10     t14     t21
0.999349        2 groups        t14     t21     t22
0.999349        2 groups        t13     t14     t21
0.999349        2 groups        t10     t13     t21
0.999349        2 groups        t8      t15     t21
0.999349        2 groups        t13     t21     t23
0.999338        2 groups        t13     t14     t15     t21
0.999338        2 groups        t10     t13     t15     t21
0.999338        2 groups        t14     t15     t21     t22
0.999338        2 groups        t8      t10     t14     t21
0.999338        2 groups        t8      t14     t15     t21
0.999338        2 groups        t10     t14     t21     t22
0.999338        2 groups        t8      t10     t21     t22
0.999338        2 groups        t8      t13     t15     t21
0.999338        2 groups        t8      t15     t21     t22
0.999338        2 groups        t13     t14     t21     t23
0.999338        2 groups        t13     t15     t21     t23
0.999338        2 groups        t8      t14     t21     t23
0.999338        2 groups        t10     t13     t21     t23
0.999338        2 groups        t10     t14     t21     t23
0.999338        2 groups        t10     t13     t21     t22
0.999338        2 groups        t8      t10     t15     t21
0.999338        2 groups        t10     t13     t14     t21
0.999338        2 groups        t10     t15     t21     t22
0.999338        2 groups        t8      t15     t21     t23
0.999338        2 groups        t8      t13     t21     t23
0.999338        2 groups        t13     t14     t21     t22
0.999338        2 groups        t13     t15     t21     t22
0.999338        2 groups        t8      t13     t21     t22
0.999338        2 groups        t10     t15     t21     t23
0.999338        2 groups        t14     t15     t21     t23
0.999338        2 groups        t10     t14     t15     t21
0.999338        2 groups        t8      t10     t21     t23
0.999338        2 groups        t13     t21     t22     t23
0.999338        2 groups        t8      t10     t13     t21
0.999338        2 groups        t8      t21     t22     t23
0.999338        2 groups        t15     t21     t22     t23
0.999338        2 groups        t8      t13     t14     t21
0.999338        2 groups        t14     t21     t22     t23
0.999338        2 groups        t10     t21     t22     t23
0.999338        2 groups        t8      t14     t21     t22
0.998666        3 groups        t9      t13     t21     t22
0.998666        3 groups        t11     t14     t15     t21
Elapsed time: 11491 seconds
```

```
t22     t25
t5      t8      t25
t5      t8      t10     t25
t3      t6      t8      t9      t25

5       2       2       2
0.997485        0.988171        0.987977        0.992355
trait subsets listed above are optimal for each level starting with one trait,
followed by the corresponding optimal number of groups and ranking criterion values for the optimal subsets.


CHARACTER-BASED COMMUNITY ANALYSIS                      SYNCSA v.2.8.7

---------------------------------------------------------------------------
TRAIT SUBSET OPTIMIZATION
---------------------------------------------------------------------------
Thu Jun 19 12:57:01 2014
Session:
Formatted data: Diego_UA2POFormda.txt
Trait ranking criterion (TRC): 1 (both trait-divergence and trait-convergence assembly patterns)        matrix correlation (Mantel)
Pooling of populations: 2 (polythetic)
Clustering method defining types: 4 (average linkage UPGMA)
Gower similarity index modified to count matching absences in binary traits? yes
Ranking algorithm: 2 (all trait combinations)
All traits were considered in the computation of Gower similarity index between populations.
Maximum number of types examined: 200
Fuzzy transformation: fuzzy (fuzzy belonging of OTUs to types)
Resemblance option between communities: 10 (chord distance)
Ranking criterion values, groups and optimal subset with 2 traits:      0.997485        5 groups        t22     t25
Ranking criterion values, groups and optimal subset with 3 traits:      0.988171        2 groups        t5      t8      t25
Ranking criterion values, groups and optimal subset with 4 traits:      0.987977        2 groups        t5      t8      t10     t25
Ranking criterion values, groups and optimal subset with 5 traits:      0.992355        2 groups        t3      t6      t8      t9      t25
Trait subsets with maximum congruence (only optimal number of types presented):
TRC     n groups        optimal subset of traits
0.997485        5 groups        t22     t25
0.992355        2 groups        t3      t6      t9      t10     t25
0.992355        2 groups        t3      t6      t9      t14     t25
0.992355        2 groups        t3      t6      t8      t9      t25
0.992355        2 groups        t3      t6      t9      t15     t25
0.990616        2 groups        t3      t6      t9      t16     t25
0.989965        2 groups        t3      t5      t7      t9      t25
0.9882          3 groups        t5      t25
0.988171        2 groups        t5      t14     t25
0.988171        2 groups        t5      t15     t25
0.988171        2 groups        t5      t10     t25
0.988171        2 groups        t5      t8      t25
0.987977        2 groups        t5      t8      t14     t25
0.987977        2 groups        t5      t10     t14     t25
0.987977        2 groups        t5      t10     t15     t25
0.987977        2 groups        t5      t14     t15     t25
0.987977        2 groups        t5      t8      t10     t25
0.987977        2 groups        t5      t8      t15     t25
0.987727        2 groups        t5      t8      t14     t15     t25
0.987727        2 groups        t5      t8      t10     t15     t25
0.987727        2 groups        t5      t8      t10     t14     t25
0.987727        2 groups        t5      t10     t14     t15     t25
0.984578        2 groups        t5      t11     t22     t25
0.984578        2 groups        t5      t22     t23     t25
0.983431        2 groups        t5      t16     t25
0.98311         2 groups        t5      t8      t16     t25
0.98311         2 groups        t5      t14     t16     t25
0.98311         2 groups        t5      t15     t16     t25
0.98311         2 groups        t5      t10     t16     t25
0.98269         2 groups        t3      t5      t9      t10     t25
0.98269         2 groups        t3      t5      t9      t14     t25
0.98269         2 groups        t3      t5      t9      t15     t25
0.98269         2 groups        t3      t5      t8      t9      t25
0.982518        2 groups        t3      t4      t5      t9      t25
0.982458        2 groups        t5      t10     t14     t16     t25
0.982458        2 groups        t5      t14     t15     t16     t25
0.982458        2 groups        t5      t8      t15     t16     t25
0.982458        2 groups        t5      t8      t10     t16     t25
0.982458        2 groups        t5      t10     t15     t16     t25
0.982458        2 groups        t5      t8      t14     t16     t25
0.981777        2 groups        t3      t22     t23     t25
0.981777        2 groups        t3      t11     t22     t25
0.981603        4 groups        t9      t25
0.98157         2 groups        t3      t4      t5      t7      t9
0.980613        2 groups        t5      t10     t22     t23
0.980613        2 groups        t5      t11     t14     t22
0.980613        2 groups        t5      t8      t11     t22
0.980613        2 groups        t5      t14     t22     t23
0.980613        2 groups        t5      t10     t11     t22
0.980613        2 groups        t5      t11     t15     t22
0.980613        2 groups        t5      t15     t22     t23
0.980613        2 groups        t5      t8      t22     t23
0.98045         2 groups        t3      t5      t9      t23     t25
0.98045         2 groups        t3      t5      t9      t11     t25
0.980199        2 groups        t3      t5      t9      t16     t25
0.979895        2 groups        t5      t11     t22     t23     t25
0.979126        2 groups        t5      t11     t22     t23
0.979038        2 groups        t3      t6      t9      t16     t22
0.978899        3 groups        t5      t13     t16     t25
0.97881         2 groups        t5      t22     t23
0.97881         2 groups        t5      t11     t22
0.977906        2 groups        t3      t4      t9      t25
0.977757        2 groups        t3      t6      t7      t9      t25
0.977521        2 groups        t3      t4      t6      t9      t25
0.975517        2 groups        t5      t11     t15     t22     t23
0.975517        2 groups        t5      t10     t11     t22     t23
0.975517        2 groups        t5      t11     t14     t22     t23
0.975517        2 groups        t5      t8      t11     t22     t23
0.975209        2 groups        t3      t5      t9      t25
0.974831        3 groups        t4      t5      t16     t25
0.973803        3 groups        t4      t5      t14     t16     t25
0.973803        3 groups        t4      t5      t8      t16     t25
0.973803        3 groups        t4      t5      t10     t16     t25
0.973803        3 groups        t4      t5      t15     t16     t25
0.973024        3 groups        t5      t10     t13     t16     t25
0.973024        3 groups        t5      t8      t13     t16     t25
0.973024        3 groups        t5      t13     t15     t16     t25
0.973024        3 groups        t5      t13     t14     t16     t25
0.972888        5 groups        t14     t22     t25
0.972888        5 groups        t15     t22     t25
0.972888        5 groups        t8      t22     t25
0.972888        5 groups        t10     t22     t25
0.97263         6 groups        t13     t22     t25
0.972446        6 groups        t11     t22     t25
0.972446        6 groups        t22     t23     t25
0.972332        2 groups        t5      t8      t10     t22     t23
0.972332        2 groups        t5      t8      t10     t11     t22
0.972332        2 groups        t5      t8      t14     t22     t23
0.972332        2 groups        t5      t10     t11     t15     t22
0.972332        2 groups        t5      t10     t15     t22     t23
0.972332        2 groups        t5      t11     t14     t15     t22
0.972332        2 groups        t5      t14     t15     t22     t23
0.972332        2 groups        t5      t8      t11     t15     t22
0.972332        2 groups        t5      t10     t14     t22     t23
0.972332        2 groups        t5      t8      t15     t22     t23
0.972332        2 groups        t5      t8      t11     t14     t22
0.972332        2 groups        t5      t10     t11     t14     t22
0.971119        2 groups        t5      t10     t11     t22     t25
0.971119        2 groups        t5      t8      t22     t23     t25
0.971119        2 groups        t5      t11     t15     t22     t25
Elapsed time: 39783 seconds
```

```
t5      t25
t5      t10     t25
t5      t10     t13     t25
t5      t10     t13     t14     t25

2       2       2       2
0.996489        0.996321        0.996359        0.996378
t subsets listed above are optimal for each level starting with one trait,
followed by the corresponding optimal number of groups and ranking criterion values for the optimal subsets.


CHARACTER-BASED COMMUNITY ANALYSIS                      SYNCSA v.2.8.7

---------------------------------------------------------------------------
TRAIT SUBSET OPTIMIZATION
---------------------------------------------------------------------------
Tue Mar 11 04:24:07 2014
Session:
Formatted data: Diego_UA3POFormda.txt
Trait ranking criterion (TRC): 1 (both trait-divergence and trait-convergence assembly patterns)        matrix correlation (Mantel)
Pooling of populations: 2 (polythetic)
Clustering method defining types: 4 (average linkage UPGMA)
Gower similarity index modified to count matching absences in binary traits? yes
Ranking algorithm: 2 (all trait combinations)
All traits were considered in the computation of Gower similarity index between populations.
Maximum number of types examined: 96
Fuzzy transformation: fuzzy (fuzzy belonging of OTUs to types)
Resemblance option between communities: 10 (chord distance)
Ranking criterion values, groups and optimal subset with 2 traits:      0.996489        2 groups        t5      t25
Ranking criterion values, groups and optimal subset with 3 traits:      0.996321        2 groups        t5      t10     t25
Ranking criterion values, groups and optimal subset with 4 traits:      0.996359        2 groups        t5      t10     t13     t25
Ranking criterion values, groups and optimal subset with 5 traits:      0.996378        2 groups        t5      t10     t13     t14     t25
Trait subsets with maximum congruence (only optimal number of types presented):
TRC     n groups        optimal subset of traits
0.996489        2 groups        t5      t25
0.996378        2 groups        t5      t10     t13     t14     t25
0.996378        2 groups        t5      t13     t15     t24     t25
0.996378        2 groups        t5      t10     t13     t15     t25
0.996378        2 groups        t5      t13     t14     t15     t25
0.996378        2 groups        t5      t10     t13     t24     t25
0.996378        2 groups        t5      t10     t13     t22     t25
0.996378        2 groups        t5      t14     t15     t22     t25
0.996378        2 groups        t5      t10     t22     t24     t25
0.996378        2 groups        t5      t13     t14     t24     t25
0.996378        2 groups        t5      t14     t22     t24     t25
0.996378        2 groups        t5      t10     t15     t24     t25
0.996378        2 groups        t5      t10     t14     t24     t25
0.996378        2 groups        t5      t13     t15     t22     t25
0.996378        2 groups        t5      t15     t22     t24     t25
0.996378        2 groups        t5      t13     t22     t24     t25
0.996378        2 groups        t5      t10     t14     t15     t25
0.996378        2 groups        t5      t14     t15     t24     t25
0.996378        2 groups        t5      t10     t14     t22     t25
0.996378        2 groups        t5      t13     t14     t22     t25
0.996378        2 groups        t5      t10     t15     t22     t25
0.996359        2 groups        t5      t14     t15     t25
0.996359        2 groups        t5      t10     t14     t25
0.996359        2 groups        t5      t15     t22     t25
0.996359        2 groups        t5      t10     t13     t25
0.996359        2 groups        t5      t13     t22     t25
0.996359        2 groups        t5      t14     t22     t25
0.996359        2 groups        t5      t15     t24     t25
0.996359        2 groups        t5      t22     t24     t25
0.996359        2 groups        t5      t10     t22     t25
0.996359        2 groups        t5      t13     t24     t25
0.996359        2 groups        t5      t13     t14     t25
0.996359        2 groups        t5      t10     t15     t25
0.996359        2 groups        t5      t13     t15     t25
0.996359        2 groups        t5      t10     t24     t25
0.996359        2 groups        t5      t14     t24     t25
0.996321        2 groups        t5      t14     t25
0.996321        2 groups        t5      t10     t25
0.996321        2 groups        t5      t24     t25
0.996321        2 groups        t5      t15     t25
0.996321        2 groups        t5      t22     t25
0.996321        2 groups        t5      t13     t25
0.992004        2 groups        t4      t8      t9      t13     t22
0.992004        2 groups        t4      t8      t9      t10     t15
0.992004        2 groups        t4      t8      t9      t22     t24
0.992004        2 groups        t4      t8      t9      t14     t22
0.992004        2 groups        t4      t8      t9      t10     t13
0.992004        2 groups        t4      t8      t9      t13     t24
0.992004        2 groups        t4      t8      t9      t14     t24
0.992004        2 groups        t4      t8      t9      t15     t24
0.992004        2 groups        t4      t8      t9      t10     t22
0.992004        2 groups        t4      t8      t9      t10     t24
0.992004        2 groups        t4      t8      t9      t15     t22
0.992004        2 groups        t4      t8      t9      t10     t14
0.992004        2 groups        t4      t8      t9      t13     t15
0.992004        2 groups        t4      t8      t9      t14     t15
0.992004        2 groups        t4      t8      t9      t13     t14
0.991278        2 groups        t3      t6      t9      t15     t16
0.991278        2 groups        t3      t6      t9      t16     t24
0.991278        2 groups        t3      t6      t9      t16     t22
0.991278        2 groups        t3      t6      t9      t14     t16
0.991278        2 groups        t3      t6      t9      t10     t16
0.991278        2 groups        t3      t6      t9      t13     t16
0.990748        2 groups        t3      t6      t9      t16     t25
0.990048        2 groups        t4      t8      t9      t24
0.990048        2 groups        t4      t8      t9      t10
0.990048        2 groups        t4      t8      t9      t14
0.990048        2 groups        t4      t8      t9      t15
0.990048        2 groups        t4      t8      t9      t22
0.990048        2 groups        t4      t8      t9      t13
0.989931        2 groups        t3      t6      t9      t16     t23
0.989666        2 groups        t3      t6      t9      t16
0.988107        2 groups        t3      t6      t9      t15     t22
0.988107        2 groups        t3      t6      t9      t14     t15
0.988107        2 groups        t3      t6      t9      t10     t13
0.988107        2 groups        t3      t6      t9      t10     t15
0.988107        2 groups        t3      t6      t9      t22     t24
0.988107        2 groups        t3      t6      t9      t14     t24
0.988107        2 groups        t3      t6      t9      t10     t22
0.988107        2 groups        t3      t6      t9      t10     t14
0.988107        2 groups        t3      t6      t9      t13     t14
0.988107        2 groups        t3      t6      t9      t13     t22
0.988107        2 groups        t3      t6      t9      t10     t24
0.988107        2 groups        t3      t6      t9      t13     t24
0.988107        2 groups        t3      t6      t9      t13     t15
0.988107        2 groups        t3      t6      t9      t15     t24
0.988107        2 groups        t3      t6      t9      t14     t22
0.987468        2 groups        t3      t6      t9      t14     t25
0.987468        2 groups        t3      t6      t9      t13     t25
0.987468        2 groups        t3      t6      t9      t24     t25
0.987468        2 groups        t3      t6      t9      t15     t25
0.987468        2 groups        t3      t6      t9      t22     t25
0.987468        2 groups        t3      t6      t9      t10     t25
0.986484        3 groups        t8      t9      t11     t14     t16
0.986484        3 groups        t8      t9      t11     t13     t16
0.986484        3 groups        t8      t9      t11     t16     t22
0.986484        3 groups        t8      t9      t11     t16     t24
0.986484        3 groups        t8      t9      t10     t11     t16
0.986484        3 groups        t8      t9      t11     t15     t16
0.986385        3 groups        t8      t9      t11     t16
Elapsed time: 3884 seconds
```

Interpretações geradas com os resultados obtidos com o processamento dos dados no SYNCSA.

A seguir são apresentados alguns dos caracteres mais congruentes resultantes do processamento dos dados com o SYNCSA e que demonstram a hipótese de tempo não hábil para a adaptação das espécies na área analisada. Na tabela 6 apresentada a seguir são observados os percentuais de cobertura de acordo com o caractere forma de crescimento (t1), analisado para cada cota altimétricas, já que este atributo apresentou uma alta congruência na UA1, período pré-barramento.

Tabela 6- Percentagem de cobertura para o caractere Forma de Crescimento (t1) analisado na UA1 do TVR.

		Percentagem de Cobertura		
UA1	**Cotas**	**Solitaria**	**Roseta**	**Cespitosa**
NA	**113,3**	100	0	0
cota1	**163,3**	70,3	0	29,63
cota2	**213,3**	67,56	5,41	27,02
cota3	**263,3**	76,19	0	23,81
cota4	**313,3**	53,33	16,67	30
cota5	**363,3**	52,63	10,52	36,84

Para este caractere, na figura 4 pode-se observar certo padrão no comportamento de determinadas formas de vida. Nota-se uma redução na presença de espécies com hábito de crescimento solitário à medida que se elevam as cotas altimétricas e, por outro lado, espécies com hábito de crescimento tipo cespitoso e roseta (geralmente gramíneas), tem um aumento em função da elevação das cotas.

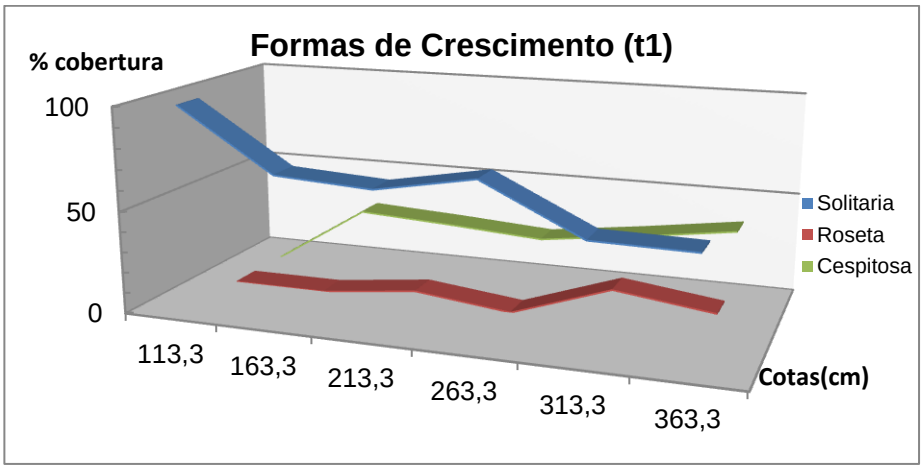

Figura 4- Variação do caractere Forma de Crescimento (t1) por cota para a UA1, analisada no período pré-barragem.

Esta tendência é explicada por Cruz (2005), que relata que nas cotas mais baixas, onde a previsibilidade e frequência das inundações são maiores, predominariam processos adaptativos, e por consequência, espécies arbustivas com maior tempo geracional seriam favorecidas. Por outro lado, espécies herbáceas, com tempo geracional menor, tenderiam a se adaptar mais às cotas mais altas, onde as frequências de inundação seriam menores e menos previsíveis, favorecendo processos de sucessão e fortalecendo a hipótese do tempo insuficiente para demonstrar variações adaptativas nas plantas.

Este resultado também é visualizado quando analisado o caractere tipo de talo (t17) presente na UA3 no período pré-barramento, onde se observa uma maior frequência de espécies com talo/caule lenhoso (espécies arbusto/arbóreas) nas cotas mais próximas ao nível da água e com o aumento em altitude esta frequência tende a diminuir, ao lado que ocorre um aumento no percentual de cobertura de espécies com talo herbáceo. Este comportamento é observado com a tabela 7 apresentada a seguir:

Tabela 7- Percentagem de cobertura para o caractere Tipo de Talo (t17) analisado na UA3 do TVR.

		Percentagem de presença	
UA3	**Cotas**	**Talo Herbáceo**	**Talo Lenhoso**
NA	**94,8**	13,63	86,36
cota1	**144,8**	12,5	87,5
cota2	**194,8**	26,3	73,7
cota3	**244,8**	40	60
cota4	**294,8**	20	80
cota5	**344,8**	35,71	64,3

Esta situação, novamente confirma a hipótese exposta anteriormente, contudo, na cota 4 observa-se uma tendência de redução na percentagem de espécies com talo tipo lenhoso e consequente aumento nas espécies com talo do tipo herbáceo (figura 5), o que pode representar a porção adaptada existente antes da implantação do barramento e consequente rebaixamento da cota de inundação.

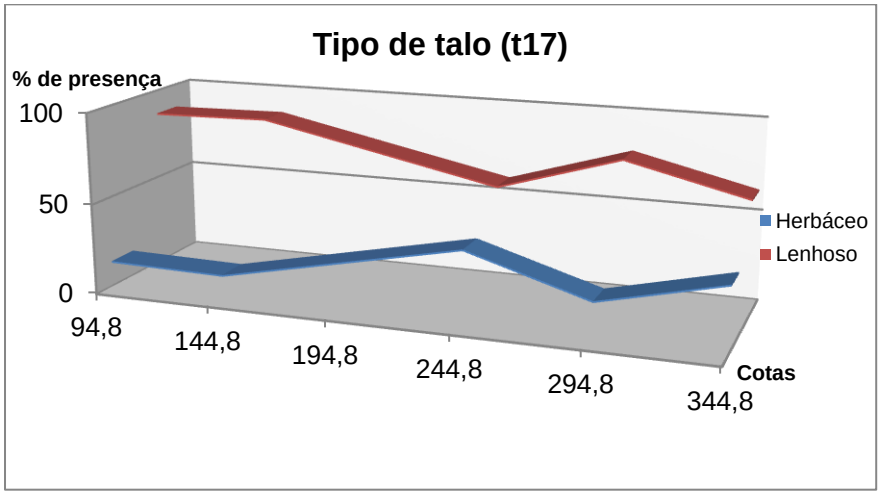

Figura 5- Variação do caractere Tipo de Talo (t17) por cota para a UA3, analisada no período pré-barragem.

Referente ao tipo de folha (t7), observou-se uma alta congruência deste atributo na UA2 período pré barramento, como demonstrado na tabela 8 a seguir:

Tabela 8- Percentagem de cobertura para o caractere Tipo de Folha (t7) analisado na UA2 do TVR.

		Percentagem de presença				
UA2	**Cotas**	**Membranosa**	**Herbácea**	**Coriácea**	**Suculenta**	**Fibrosa**
NA	**96,2**	15,79	68,42	15,79	0	0
cota1	**146,2**	5,88	47,05	47,05	0	0
cota2	**196,2**	7,8	11,76	80,4	0	0
cota3	**246,2**	13,33	30	50	0	6,66
cota4	**296,2**	3,03	36,36	27,27	0	33,33
cota5	**346,2**	14,28	57,14	21,42	0	35,71

Com isso, pode-se notar um padrão diferenciado no tocante ao tipo de folha do tipo coriácea, herbácea e fibrosa para esta UA. Para as espécies com tipo de folha herbáceo, notou-se uma redução seguida de aumento no decorrer das cotas de inundação. Esta variação formou uma tendência em “V”, demonstrando assim a clara seletividade ou diferenciação na cota 2, confirmado através da análise das espécies com folhas do tipo coriácea, que demonstra padrão contrário, ou seja, forma uma tendência em “V” invertido com pico máximo nesta mesma cota (cota2).

Já para espécies com folhas do tipo fibrosa, esta análise demonstra uma tendência de aumento a medida que aumenta-se a altitude das cotas, podendo com isso conluir que espécies com esta característica se adaptam melhor a ambientes com baixa influencia de inundações.

A seguir, na figura 6 observa-se a variação dos diferentes tipos de folhas apresentados de forma gráfica para melhor demonstrar o padrão verificado.

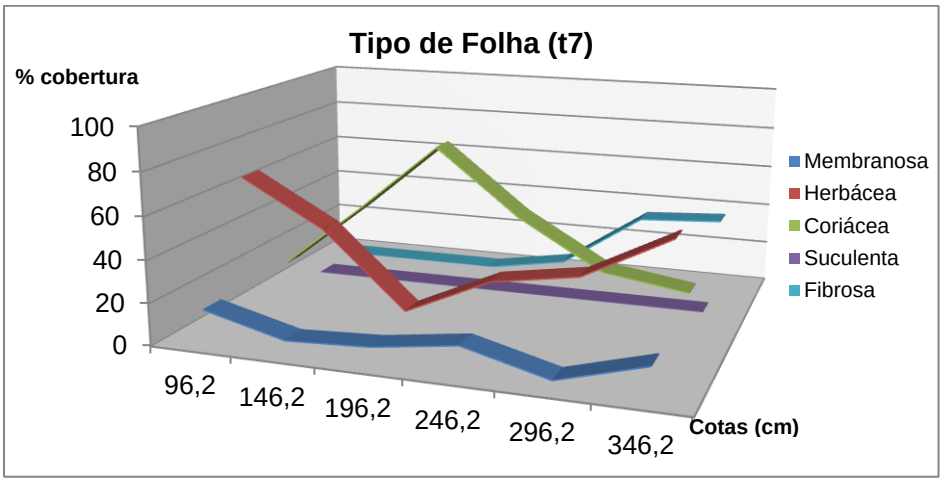

Figura 6- Variação do caractere Tipo de folha (t7) por cota para a UA2, analisada no período pós-barramento.

Para o período pós-barramento, após analisados os resultados mais congruentes gerados com o processamento no SYNCSA em relação à variação por cotas do caractere Altura da Planta (t3), verificado na UA2 o padrão observado na tabela 9 a seguir:

Tabela 9- Percentagem de cobertura para o caractere Altura da Planta (t3) analisado na UA2 do TVR.

UA2	Cotas	Altura media da planta (cm)
NA	**96,2**	113,85
cota1	**146,2**	75,94
cota2	**196,2**	95,6
cota3	**246,2**	83
cota4	**296,2**	73,47
cota5	**346,2**	74,7

Nota-se com estes resultados o mesmo padrão detectado com os resultados anteriores para o atributo formas de crescimento (t1), que possibilitaram identificar certa tendência na presença de espécies arbóreas e/ou arbustivas nas cotas mais próximas

ao nível da água, e por consequência, com um porte mais elevado em comparação com as herbáceas. À medida que se aumenta a altitude, verifica-se que a altura média das plantas tende a reduzir (figura7), explicando assim a presença de espécies herbáceas nas cotas superiores.

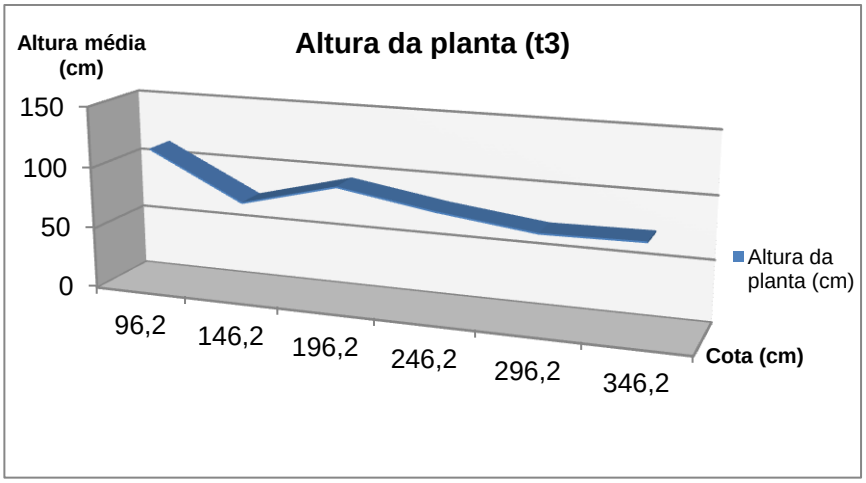

Figura 7- Variação do caractere Altura da Planta (t3) por cota para a UA1, analisada no período pós-barramento.

A seguir (tabela 10) é apresentado o padrão de comportamento por cota do caractere largura da folha (t5), Este caractere apresentou alta congruência nos seus valores quando analisados na UA3 período pós-barramento.

Tabela 10- Percentagem de cobertura para o caractere Largura da Folha (t5) analisado na UA3 do TVR.

UA3	Cotas	Largura média das Folhas (cm)
NA	**94,8**	2,15
cota1	**144,8**	2,46
cota2	**194,8**	3,27
cota3	**244,8**	2,42
cota4	**294,8**	1,95
cota5	**344,8**	2,65

Para esta característica, nota-se uma tendência no aumento na largura das folhas para a cota 2 (figura 8), mesma cota que demonstrou alta diferenciação para as características do Tipo de Folha (t7). Com isso, pode-se fazer uma relação entre estas duas características, ou seja, o aumento na largura das folhas está diretamente relacionado às espécies com folha do tipo coriácea.

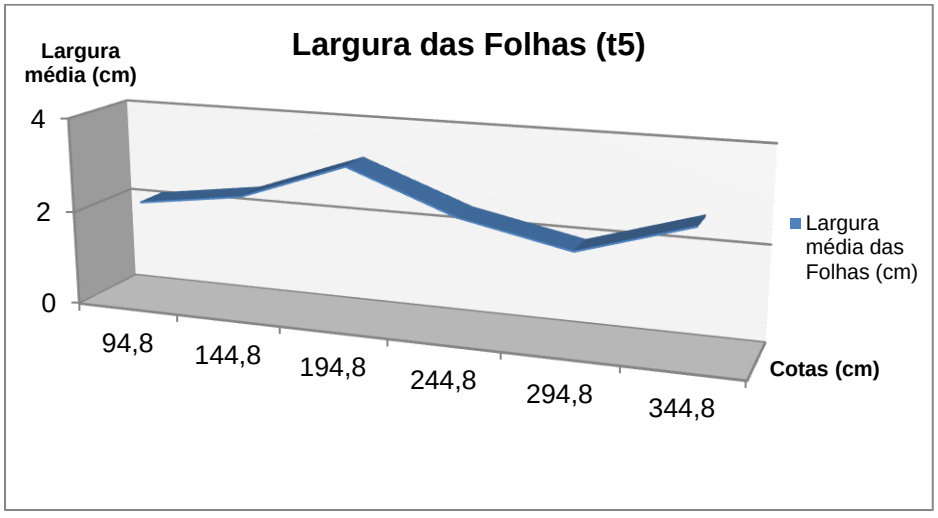

Figura 8- Variação do caractere Largura das Folhas (t5) por cota para a UA3, analisada no período pós-barramento.

Em função das características de inserção da planta do solo, que foram analisadas dentro de cada cota altimétricas, este atributo, (t6), apresentou alta congruência na UA2 período pós-barramento, sendo apresentadas suas variações na tabela 11 a seguir:

Tabela 11- Percentagem de cobertura para o caractere Cota de Inserção da planta no solo (t6) analisado na UA2 do TVR.

		Cota de inserção no solo (%)					
UA2	**Cotas**	**Cota1**	**Cota2**	**Cota3**	**Cota4**	**Cota5**	**Cota6**
NA	**96,2**	73,68	5,2	7,9	15,8	0	0
cota1	**146,2**	0	35,3	35,3	29,4	5,8	0
cota2	**196,2**	0	0	62,74	33,3	3,92	0
cota3	**246,2**	0	0	10	76,66	16,6	0
cota4	**296,2**	0	0	0	15,15	84,84	0
cota5	**346,2**	0	0	0	14,3	35,71	50

Nota-se, com estes resultados, que as espécies analisadas na cota 1 e principalmente na cota 2, possuíam cota de inserção em cotas superiores, para este caso, nas cotas 2, 3 e 4. Isso demonstra que para as interpretações anteriores, que possibilitaram definir certos padrões de espécies (porte, altura, etc) nas cotas próximas ao nível da água, pode-se, na verdade, estarem sendo interpretandos padrões característicos das espécies inseridas em cotas superiores.

Outro fator visualmente observado na figura 9 apresentada a seguir esta relacionado com a tendência da amplitude de variação nas cotas. Na cota 1 ou N.A., pode-se verificar uma leve tendência das plantas localizadas na cota 1 estarem inseridas na cota 4, já nas cotas 2 e 3 tem-se uma amplitude maior de espécies vegetais inseridas nas cotas 3 e 4 o que estreita-se com o acréscimo das cotas, ou seja, quanto mais alta a cota, a amplitude de espécies localizadas nestas cotas reduz.

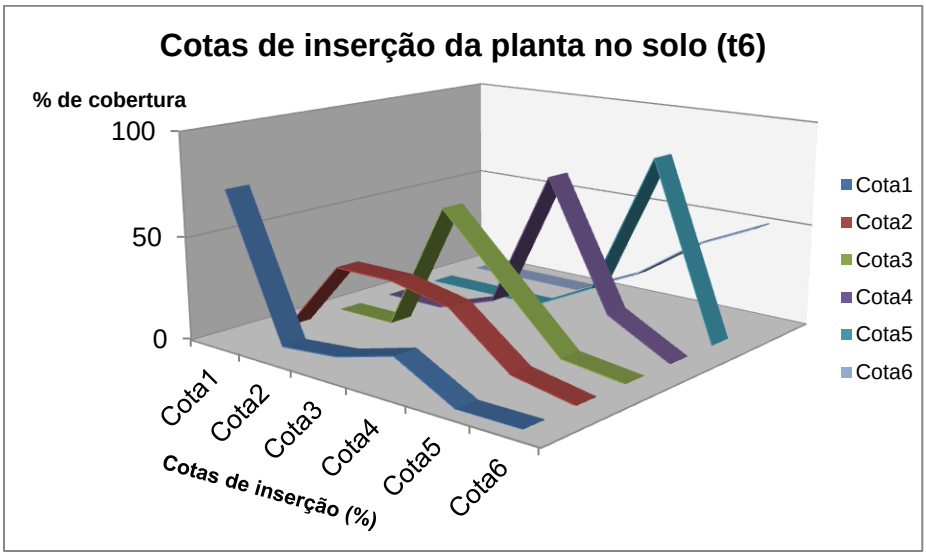

Figura 9- Variação do caractere Cota de Inserção da planta no solo (t6) por cota para a UA2, analisada no período pós-barramento.

Contudo, desconsiderando os resultados mais congruentes analisados anteriormente e que em uma análise inicial demonstraram possuir certa tendência migratória e adaptativa de certas espécies vegetais às cotas inferiores do talude, pode-se concluir apenas a hipótese inicial (geral), ou seja, não houve tempo suficiente para a variável vegetal expressar características adaptativas neste ambiente alterado.

ANEXOS

Anexo A- Vazão ecológica definida para cada mês na UHE Passo do São João.

Mês	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Vazão (m^3/s)	20,9	21	18	18	18	25,5	33,8	40,8	61,3	46,2	36,6	27

Anexo B - Laudo de análise química do solo para as 3 (três) UA's e suas respectivas cotas altimétricas.

MEC - Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais - Departamento de Solos
Santa Maria/RS Cep: 97105-900
Fone/Fax: (55)3220-8153
http://www.ufsm.br/solos
DEPARTAMENTO DE SOLOS
CCR - UFSM

Laudo de Análise de Solo

Nome: PESQUISA UFSM
Município: SANTA MARIA
Localidade:

Solicitante: GERALDO LOPES DA SILVEIRA
Endereço: CAMPUS
Entrada: 04/11/13 **Emissão:** 14/11/2013

Registro	Cx.	Cel.	Identificação da amostra	Área (ha)	Sistema de cultivo	Prof. (cm)	Georref.
34342	C579	48	P1C1				

Diagnóstico para acidez do solo e calagem

Registro	pH água 1:1	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC efet.	Saturação (%)		Índice SMP
		cmol$_c$/dm^3					Al	Bases	
34342	5,4	14,9	8,5	0,2	3,5	23,9	0,8	87,0	6,2

Diagnóstico para macronutrientes e recomendação de adubação NPK-S

Registro	% MO	% Argila	Textura	S	P-Mehlich	C Total*	K	CTC pH7	K
	m/v			mg/dm^3		g.kg^{-1}	cmol$_c$/dm^3		mg/dm^3
34342	0,7	32,0	3,0	13,0	3,7	--X--	0,235	27,2	92,0

Diagnóstico para micronutrientes e relações molares

Registro	Cu	Zn	B	Fe	Mn	Na	Relações Molares		
	mg/dm^3						Ca/Mg	(Ca+Mg)/K	K/(Ca+Mg)$^{1/2}$
34342	14,8	4,4	0,2	--X--	--X--	--X--	1,8	99,60	0,049

Vinculado à ROLAS-RS/SC

Responsável Técnico

PESQUISA
ESTE LAUDO NÃO VALE

*DETERMINADO EM ANALISADOR ELEMENTAR-COMBUSTÃO SECA

MEC - Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais - Departamento de Solos
Santa Maria/RS Cep: 97105-900
Fone/Fax: (55)3220-8153
http://www.ufsm.br/solos

Laudo de Análise de Solo

Nome: PESQUISA - UFSM
Município: SANTA MARIA
Localidade:

Solicitante: GERALDO LOPES DA SILVEIRA
Endereço:
Entrada: 04/11/13 **Emissão:** 19/11/2013

Registro	Cx.	Cel.	Identificação da amostra	Área (ha)	Sistema de cultivo	Prof. (cm)	Georref.
34343	C603	1	P1C2				
34344	C603	2	P1C3				
34345	C603	3	P1C4				
34346	C603	4	P1C5				
34347	C603	5	P2C1				

Diagnóstico para acidez do solo e calagem

Registro	pH água 1:1	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC efet.	Saturação (%)		Índice SMP
		cmol$_c$/dm^3					Al	Bases	
34343	5,4	15,9	9,1	0,1	3,9	25,3	0,4	86,5	6,1
34344	5,4	13,6	7,8	0,1	3,9	21,7	0,5	84,5	6,1
34345	5,0	11,7	7,2	0,1	6,2	19,2	0,5	75,4	5,7
34346	4,9	11,5	7,4	0,3	7,7	19,3	1,6	71,2	5,5
34347	5,5	11,9	7,4	0,0	2,5	19,4	0,0	88,7	6,5

Diagnóstico para macronutrientes e recomendação de adubação NPK-S

Registro	% MO	% Argila	Textura	S	P-Mehlich	C Total*	K	CTC pH7	K
	m/v			mg/dm^3		g.kg^{-1}	cmol$_c$/dm^3		mg/dm^3
34343	1,0	30,0	3,0	8,3	2,2	--X--	0,164	29,1	64,0
34344	1,2	31,0	3,0	7,0	1,5	--X--	0,174	25,5	68,0
34345	2,1	30,0	3,0	13,0	1,5	--X--	0,184	25,3	72,0
34346	1,9	31,0	3,0	13,0	1,5	--X--	0,184	26,7	72,0
34347	0,9	24,0	3,0	8,0	2,2	--X--	0,123	21,9	48,0

Diagnóstico para micronutrientes e relações molares

Registro	Cu	Zn	B	Fe	Mn	Na	Relações Molares		
	mg/dm^3						Ca/Mg	(Ca+Mg)/K	K/(Ca+Mg)$^{1/2}$
34343	13,1	4,6	0,1	--X--	--X--	--X--	1,7	152,50	0,033
34344	13,4	3,8	0,2	--X--	--X--	--X--	1,7	122,90	0,038
34345	14,4	6,4	0,1	--X--	--X--	--X--	1,6	102,70	0,042
34346	13,3	5,4	0,1	--X--	--X--	--X--	1,6	102,30	0,042
34347	11,5	5,3	0,1	--X--	--X--	--X--	1,6	156,90	0,028

1ª via
Vinculado à ROLAS-RS/SC

PESQUISA
ESTE LAUDO NÃO VALE
COMPROVANTE BANCÁRIO

Responsável Técnico

*DETERMINADO EM ANALISADOR ELEMENTAR-COMBUSTÃO SECA

MEC - Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais - Departamento de Solos
Santa Maria/RS Cep: 97105-900
Fone/Fax: (55)3220-8153
http://www.ufsm.br/solos

Laudo de Análise de Solo

DEPARTAMENTO DE SOLOS
CCR - UFSM

Nome: PESQUISA - UFSM
Município: SANTA MARIA
Localidade:

Solicitante: GERALDO LOPES DA SILVEIRA
Endereço:
Entrada: 04/11/13 **Emissão:** 19/11/2013

Registro	Cx.	Cel.	Identificação da amostra	Área (ha)	Sistema de cultivo	Prof. (cm)	Georref.
34348	C603	6	P2C2				
34349	C603	7	P2C3				
34350	C603	8	P2C4				
34351	C603	9	P2C5				
34352	C603	10	P3C1				

Diagnóstico para acidez do solo e calagem

Registro	pH água 1:1	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC efet.	Saturação (%)		Índice SMP
		cmol$_c$/dm^3					Al	Bases	
34348	5,4	9,8	5,9	0,1	3,5	15,9	0,6	81,6	6,2
34349	5,5	10,8	7,1	0,0	3,9	18,1	0,0	82,2	6,1
34350	5,1	9,5	6,7	0,3	4,9	16,7	1,8	77,0	5,9
34351	4,7	6,7	6,0	1,0	9,7	13,9	7,2	56,9	5,3
34352	5,5	15,6	8,7	0,0	4,4	24,5	0,0	84,6	6,0

Diagnóstico para macronutrientes e recomendação de adubação NPK-S

Registro	% MO	% Argila	Textura	S	P-Mehlich	C Total*	K	CTC pH7	K
	m/v			mg/dm^3		g.kg^{-1}	cmol$_c$/dm^3		mg/dm^3
34348	1,0	21,0	3,0	8,1	4,5	--X--	0,082	19,3	32,0
34349	1,6	25,0	3,0	14,0	3,0	--X--	0,153	22,0	60,0
34350	1,9	25,0	3,0	17,0	2,2	--X--	0,174	21,3	68,0
34351	2,3	24,0	3,0	17,0	2,2	--X--	0,164	22,6	64,0
34352	2,2	31,0	3,0	16,0	3,7	--X--	0,102	28,9	40,0

Diagnóstico para micronutrientes e relações molares

Registro	Cu	Zn	B	Fe	Mn	Na	Relações Molares		
	mg/dm^3						Ca/Mg	(Ca+Mg)/K	K/(Ca+Mg)$^{1/2}$
34348	11,5	5,1	0,1	--X--	--X--	--X--	1,7	191,10	0,021
34349	12,0	4,6	0,1	--X--	--X--	--X--	1,5	117,20	0,036
34350	11,0	3,9	0,4	--X--	--X--	--X--	1,4	93,20	0,043
34351	11,2	3,7	0,1	--X--	--X--	--X--	1,1	77,40	0,046
34352	18,0	8,6	0,1	--X--	--X--	--X--	1,8	238,70	0,021

N Vinculado à ROLAS-RS/SC

Responsável Técnico

PESQUISA

ESTE LAUDO NÃO VALE

*DETERMINADO EM ANALISADOR ELEMENTAR-COMBUSTÃO SECA

MEC - Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais - Departamento de Solos
Santa Maria/RS Cep: 97105-900
Fone/Fax: (55)3220-8153
http://www.ufsm.br/solos

Laudo de Análise de Solo

Nome: PESQUISA - UFSM
Município: SANTA MARIA
Localidade:

Solicitante: GERALDO LOPES DA SILVEIRA
Endereço:
Entrada: 04/11/13 **Emissão:** 19/11/2013

Registro	Cx.	Cel.	Identificação da amostra	Área (ha)	Sistema de cultivo	Prof. (cm)	Georref.
34353	C603	11	P3C2				
34354	C603	12	P3C3				
34355	C603	13	P3C4				
34356	C603	14	P3C5				

Diagnóstico para acidez do solo e calagem

Registro	pH água 1:1	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC efet.	Saturação (%)		Índice SMP
		cmol$_c$/dm^3					Al	Bases	
34353	5,5	15,6	8,4	0,0	4,4	24,2	0,0	84,5	6,0
34354	5,5	15,5	6,8	0,0	5,5	22,4	0,0	80,2	5,8
34355	5,6	16,9	8,1	0,0	3,9	25,1	0,0	86,6	6,1
34356	5,7	18,3	9,2	0,0	3,9	27,6	0,0	87,7	6,1

Diagnóstico para macronutrientes e recomendação de adubação NPK-S

Registro	% MO	% Argila	Textura	S	P-Mehlich	C Total*	K	CTC pH7	K
	m/v			mg/dm^3		g.kg^{-1}	cmol$_c$/dm^3		mg/dm^3
34353	2,2	31,0	3,0	11,0	3,0	--X--	0,113	28,6	44,0
34354	2,4	34,0	3,0	15,0	2,2	--X--	0,072	27,9	28,0
34355	2,2	31,0	3,0	15,0	3,7	--X--	0,102	29,0	40,0
34356	2,6	30,0	3,0	16,0	5,3	--X--	0,113	31,5	44,0

Diagnóstico para micronutrientes e relações molares

Registro	Cu	Zn	B	Fe	Mn	Na	Relações Molares		
	mg/dm^3						Ca/Mg	(Ca+Mg)/K	K/(Ca+Mg)$^{1/2}$
34353	17,9	8,8	0,1	--X--	--X--	--X--	1,9	212,80	0,023
34354	18,5	8,7	0,1	--X--	--X--	--X--	2,3	309,80	0,015
34355	17,6	9,0	0,1	--X--	--X--	--X--	2,1	245,10	0,02
34356	16,6	9,6	0,1	--X--	--X--	--X--	2,0	243,60	0,022

Vinculado à ROLAS-RS/SC

PESQUISA
ESTE LAUDO NÃO VALE
NANCIAMENTO BANCÁRIO

Responsável Técnico

*DETERMINADO EM ANALISADOR ELEMENTAR-COMBUSTÃO SECA

Anexo C - Laudo de análise física do solo para as 3 (três) UA's e suas respectivas cotas altimétricas no tocante a densidade (g/cm³), porosidade (%) e umidade volumétrica (cm³ cm⁻³).

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
DEPARTAMENTO DE SOLOS
LABORATÓRIO DE FÍSICA DO SOLO

LAUDO DE ANÁLISES FÍSICAS

SOLICITANTE: DIEGO BALESTRIN

DATA: 21/01/2014

Identificação		Densidades, g cm^{-3}		Porosidades, %			Umidade Volumétrica, cm^3 cm^{-3}						
PONTO	REPET.	SOLO	PARTÍC.	MACRO	MICRO	TOTAL	SATUR.	1 (kPa)	6 (kPa)	10 (kPa)	100 (kPa)	500 (kPa)	1500 (kPa)
P1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	1,16	2,7	12,92	44,25	57,18	0,572	0,552	0,465	0,425	0,328	0,252	0,169
	3	1,01	2,7	22,56	40,17	62,73	0,627	0,541	0,400	0,360	0,279	0,219	0,154
	4	1,16	2,7	13,53	43,57	57,10	0,571	0,549	0,457	0,416	0,320	0,245	0,165
	5	1,20	2,7	11,08	44,48	55,56	0,556	0,542	0,473	0,435	0,338	0,258	0,172
P2	1	1,14	2,8	14,58	44,84	59,42	0,594	0,549	0,449	0,416	0,344	0,287	0,220
	2	1,33	2,8	19,77	32,68	52,45	0,525	0,459	0,331	0,302	0,256	0,231	0,212
	3	1,13	2,8	22,36	37,26	59,62	0,596	0,482	0,384	0,358	0,303	0,260	0,208
	4	1,24	2,8	21,40	34,38	55,78	0,558	0,482	0,351	0,320	0,264	0,231	0,203
	5	1,28	2,8	15,90	38,44	54,34	0,543	0,510	0,392	0,355	0,286	0,244	0,210
P3	1	0,95	2,75	13,47	51,85	65,32	0,653	0,634	0,546	0,502	0,392	0,302	0,205
	2	1,11	2,75	12,30	47,37	59,68	0,597	0,575	0,494	0,458	0,371	0,300	0,218
	3	1,18	2,75	11,43	45,64	57,07	0,571	0,551	0,478	0,446	0,368	0,303	0,226
	4	1,07	2,75	15,90	45,20	61,10	0,611	0,570	0,464	0,426	0,344	0,279	0,205
	5	1,15	2,75	8,69	49,39	58,08	0,581	0,574	0,530	0,502	0,414	0,329	0,229

METODOLOGIA: Densidade do solo: anel volumétrico; Densidade de partículas: balão volumétrico; Porosidade total: relação entre densidade do solo e densidade de partícula; Microporosidade: conteúdo de água equilibrado no potencial matricial de -60 cm; Macroporosidade: diferença entre porosidade total e microporosidade.; retenção de água de 0 a 10 kPa em coluna de areia (Reinert & Reichert, 2006), de 33 a 100 kPa em câmaras de pressão (Klute, 1986) e acima de 500 kPa em WP4 (Decagon Devices, 2000).

Anexo D - Laudo de análise física do solo para as 3 (três) UA's e suas respectivas cotas altimétricas no tocante a distribuição do tamanho de partículas (%) e classe textural.

UFSM – CCR – DEPARTAMENTO DE SOLOS

LABORATÓRIO DE FÍSICA DO SOLO

LAUDO DE ANÁLISES FÍSICAS

SOLICITANTE: DIEGO BALESTRIN DATA: 20/11/2013

AMOSTRA	DISTRIBUIÇÃO DO TAMANHO DE PARTÍCULAS (%)				CLASSE TEXTURAL
	Areia grossa (2-0,2mm)	Areia fina (0,2-0,05mm)	Silte (0,05-0,002mm)	Argila (<0,002mm)	
P1 C1	11,12	36,99	22,87	29,02	Franco Argilo Arenoso
P1 C2	2,92	37,98	33,32	25,78	Franco
P1 C3	4,17	35,00	31,62	29,21	Franco Argiloso
P1 C4	3,12	34,84	34,71	27,33	Franco
P1 C5	3,86	33,62	34,06	28,45	Franco Argiloso
P2 C1	32,60	34,62	16,41	16,37	Franco Arenoso
P2 C2	28,93	43,73	14,25	13,09	Franco Arenoso
P2 C3	19,85	44,13	18,67	17,35	Franco Arenoso
P2 C4	17,79	42,71	20,05	19,46	Franco Arenoso
P2 C5	16,95	43,80	19,70	19,56	Franco Arenoso
P3 C1	2,00	24,65	40,58	32,77	Franco Argiloso
P3 C2	2,13	23,04	42,86	31,97	Franco Argiloso
P3 C3	1,84	17,46	45,41	35,29	Franco Argilo Siltoso
P3 C4	1,12	19,77	45,39	33,72	Franco Argiloso
P3 C5	1,40	21,45	44,54	32,60	Franco Argiloso

Metodologia: método da pipeta; Classe Textural: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.