



**JOELMA EUNICE DE OLIVEIRA**

**SOBREVIVÊNCIA, DESENVOLVIMENTO E REGENERAÇÃO DE  
ESPÉCIES ARBÓREAS APÓS SEIS ANOS DO INICÍO DA  
RECUPERAÇÃO DE UMA NASCENTE**

**INCONFIDENTES - MG**

**2014**

**JOELMA EUNICE DE OLIVEIRA**

**SOBREVIVÊNCIA, DESENVOLVIMENTO E REGENERAÇÃO DE  
ESPÉCIES ARBÓREAS APÓS SEIS ANOS DO INICÍO DA  
RECUPERAÇÃO DE UMA NASCENTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como pré-requisito de conclusão do Curso de Graduação Tecnológica em Gestão Ambiental no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais – Campus Inconfidentes, para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Ambiental.

Orientadora: Lilian Vilela Andrade Pinto  
Co - orientador: Éder Clementino dos Santos

**INCONFIDENTES - MG**

**2014**

**JOELMA EUNICE DE OLIVEIRA**

**SOBREVIVÊNCIA, DESENVOLVIMENTO E REGENERAÇÃO DE  
ESPÉCIES ARBÓREAS APÓS SEIS ANOS DO INICÍO DA  
RECUPERAÇÃO DE UMA NASCENTE**

**Data de aprovação: \_\_\_\_/\_\_\_\_/2014**

---

**Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. DSc. Lilian Vilela Andrade Pinto  
IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes**

---

**Co-orientador: Prof. DSc. Éder Clementino dos Santos  
IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes**

---

**Luana Auxiliadora de Resende  
Gestora Ambiental pelo IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes**

**“Se você deseja vencer, aprenda a sorrir, além do cansaço. Esperança vitoriosa é aquela que não deixa de trabalhar”.**

**Chico Xavier-André Luiz**

## **Dedico**

*À Deus por ter me dado forças pra eu chegar ate aqui, e minha santa protetora Nossa Senhora de Aparecida, os meus pais Geraldo (Zé Bétio) e Margarida (Margo), sendo ele junto com minha mãe verdadeiros amigos, companheiros e confidentes, que hoje sorriem orgulhosos ou choram emocionados, que muitas vezes, na tentativa de acertar, cometeram falhas, mas que inúmeras vezes foram vitoriosos, que se doaram por inteiros e renunciaram aos seus sonhos, para que, muitas vezes, eu pudesse realizar o meu sonho. A vocês que compartilharam o meu ideal e os alimentaram, incentivando a prosseguir na jornada, mostrando que o nosso caminho deveria ser seguido sem medo, fossem quais fossem os obstáculos. Minha eterna gratidão vai além de meus sentimentos, pois a vocês foi cumprido o dom divino. O dom de ser Pai, o dom de ser Mãe.*

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, ao meu irmão Carlos Alberto, que é um herói, me sinto a mulher mais linda do mundo toda vez que você me defende ou sente ciúmes. Eu sei que você faz, e sempre irá fazer de tudo para me proteger e me deixar feliz. Desculpa pelos momentos que não te escutei, e pelos momentos que fui orgulhosa, mas tenha certeza, que foi por conta de tudo que você me falou, que hoje eu aprendi muito. Obrigada pelos melhores conselhos, obrigada pelo seu ombro, obrigada por enxugar as minhas lágrimas, obrigada por me fazer sentir a mulher mais linda e mais forte do mundo. E você meu caçulinha Vitor Daniel? Você é o tesouro mais precioso que tenho, cuida de minha mãe, é o companheiro dela, mas morre de medo da maninha, (rsrsrs). Lukinha como é difícil falar de você, que se tornou a razão do meu viver, a minha felicidade, que já conversava comigo quando ainda estava dentro da barriga da Le, e quantos pontapés, hein? Nossa! Nunca pensei que esse dia chegaria, mas ele chegou. Eu tia! Tia de um ser amável por todos, que ilumina os meus dias, e quando tento entender o que você tanto quer me dizer através dos seus gritos e gargalhadas no telefone... Como você mudou a minha vida! Apaixonado-me por você todos os dias. Você é tão pequenino, mas tenho certeza que já sabe o amor que sinto por você, porque ele transborda. Mesmo eu não estando todos os dias ao seu lado, sei que você pode sentir esse amor, a titia te ama! Letícia obrigada por tudo que você faz pelo meu irmão, pelo meu sobrinho, enfim, pela minha família!

E o que dizer a você Magno (amado)? Obrigada pela paciência, pelo incentivo, pela força e principalmente pelo carinho. Valeu a pena toda distância, todo sofrimento, todas as renúncias... Valeu a pena esperar... Hoje estamos colhendo, juntos, o fruto do nosso empenho! Essa vitória é muito mais sua do que minha! Obrigado por sua capacidade de me trazer paz na correria de cada semestre. Obrigada por fazer dos meus dias, os mais felizes. Obrigada pelos carinhos, beijos dados, palavras doces e o respeito por mim. Obrigada por compartilharmos juntos, alegrias e tristezas, por me fazer rir nas horas tristes, pelos abraços apertados e por estar sempre ao meu lado apoiando em qualquer momento. Obrigada por existir em minha vida.

Aos meus segundo pais Lilian e Éder, a vocês que souberam combinar amor e dedicação, amizade e carinho em uma filosofia viva para o êxito, motivando e orientando a cada ano várias pessoas a descobrirem seu verdadeiro caminho. A vocês que me guiaram para além das teorias e das técnicas, semeando hoje as sementes do amanhã. A vocês que sempre com olhares críticos e construtivos me ajudaram a superar os desafios deste trabalho, serei

eternamente grata. A alegria de hoje também são suas, pois estímulos e carinhos foram armas para essa minha vitória. A Luana, menina batalhadora e que merece vencer todos os obstáculos de sua vida, obrigada por aceitar a fazer parte de minha banca.

Aos meus avós Benedito e Izaltina (pai e mãe, porque me criaram desde meus 3 meses de vida), cada ruga de vocês representam uma história. Quantas histórias pra contar, conselhos, experiências e paciência pra me suportar. Esqueceram a vida de vocês para cuidar da minha, vocês são meu equilíbrio, a palavra de esperança, o colo que a “Jô” tanta gosta, os braços que apesar de cansados me abraça com ternura. Vô e vó ou pai e mãe, obrigada por cada tapa dado, por cada minuto gasto para me fazer cada dia uma pessoa melhor, e obrigada por compreender a minha ausência durante esses anos. Amo vocês. Ao meu afilhado Luís Gustavo e a mãe Escarlet Rayane (prima) o amor que sinto por vocês é imenso, intenso e eterno. Saber que faço parte da vida de vocês e que recebo o seu “beijo de amor e o abraço que quase me quebra”, só demonstra o sentimento que nos une. O sorriso seu me dá vida, o seu olhar meigo deixa-me toda derretida.

Agradeço também aos meus tios Benedita e Acelino, que sempre me ajudaram e me incentivaram a continuar estudando, sempre me dando conselhos e o senhor tio sempre na pinguinha comigo (rs), e a tia Dita me enchendo de mimos, como o meu anel de formatura. Não há palavras pra agradecer tudo que fazem por mim, mas agradeço em minhas orações por ter vocês comigo e com saúde. Agradeço ao meu primo José Antônio, que além de ser pai do meu irmão adotivo, é um exemplo pra mim, Zé, obrigada!

Ao Felipe Marçal pela ajuda dada em campo no início desse trabalho e pelas palavras de apoio, ao Giuliano, Joana, Cris, Rafael (fofinho), Marcus Patrick (Sapão), como agradecer a cada um de vocês? Agradeço em orações, para que Deus possa continuar dando saúde e forças para vocês brilharem cada vez mais. Damiany, Olivânia, Talita, Jéssica Kauâne, a galera de GA “Tóis” de 2010, muito obrigada por todo o esforço de cada um de vocês. Ao Tio Alordo, fica a minha eterna gratidão. A todos os “tiozinhos” (funcionários) do IFSULDEMINAS, ao Wilson, ao Reginaldo, que graças às invasões do gado no meu experimento, nasceu a nossa amizade. Mas agradeço muito e de coração ao TIO GABRIEL, que sempre que precisei e nunca me disse “não”, sempre sorrindo, sempre humilde, enfim tio Gabriel, “é bom ser importante, mas o mais importante é ser bom”. Já sinto saudades.

Ao IFSULDEMINAS: onde a convivência nos tornou amigos e na partida levaremos saudades, deixando o agradecimento pela dedicação de cada um de vocês. Bom, agradeço a todos que me ajudaram de uma maneira ou de outra, e se esqueci de alguém, peço desculpas, mas lembre-se que vão estar sempre em meu coração, e em minhas orações. Aos

familiares do meu amado, que tem me ajudado muito durante esses anos, e a minha sogra Eva, por me suportar nessas últimas semanas que antecedeu a protocolação, e ao meu sogro Marcolino que me tem como filha. A todos, sou grata. Aos amigos Paulo Aliton, Bruno, Eron, Vanessa, Gileide ,seu filho Gabriel e seu esposo Aécio e Douglas (Toru), que durante anos estivemos juntos, dividindo sentimentos que jamais serão esquecidos. Construimos sonhos e discutimos ideais. Fomos colegas na execução de trabalhos. Amigos para as confissões. Inconscientes, fomos rebeldes, agitadores, egoístas, preguiçosos, ate radicais. Sem perceber que dia-a-dia crescíamos lado a lado, superando as crises de nossa amizade. Agora a separação, é iminente, mas cada um ficará a lembrança inesquecível, concretizando que existíamos, erramos, vivemos e crescemos, tornando-nos impares na história da humanidade, eternos, num coração amigo.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1.INTRODUÇÃO.....	1
2.REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO .....	3
2.1. NASCENTES .....	3
2.2. ASPECTOS LEGAIS .....	4
2.3. MATA CILIAR.....	6
2.4. TÉCNICAS DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS.....	7
2.4.1. Regeneração Natural.....	7
2.4.2. Plantio de mudas .....	9
3.MATERIAIS E MÉTODOS.....	12
3.1. LOCAL DO ENSAIO .....	12
3.2. SOBREVIVÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DAS MUDAS PLANTADAS NA PRIMEIRA TENTATIVA DE RECUPERAÇÃO DA VEGETAÇÃO DA NASCENTE ..	13
3.3. AVALIAÇÃO DA REGENERAÇÃO NATURAL APÓS O PLANTIO DAS MUDAS NA PRIMEIRA TENTATIVA DE RECUPERAÇÃO DA VEGETAÇÃO DA NASCENTE.....	14
3.4. DIVERSIDADE, SIMILARIDADE FLORÍSTICA E ESTRUTURA DA APP DA NASCENTE APÓS SEIS ANOS DO PLANTIO .....	14
3.5. MONITORAMENTOS DA QUANTIDADE E DA QUALIDADE DE ÁGUA .....	16
4.RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	17
4.1. ESTRATO ARBÓREO E REGENERATIVO.....	17
4.2. VAZÃO .....	29
5.CONCLUSÕES.....	32
6.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	34

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Exemplo de bacia com diferentes tipos de corpos hídricos e distâncias legais das áreas de preservação permanente referentes a nascente e cursos d'água.....	6
<b>Figura 2</b> -Imagem da localização da nascente em recuperação.....	14
<b>Figura 3</b> - Altura (H) das espécies do estrato arbóreo.....	22
<b>Figura 4</b> - Diâmetro a altura do peito (DAP>5 cm) das espécies do estrato arbóreo.....	23
<b>Figura 5</b> - Área de copa (AC) das espécies do estrato arbóreo.....	24
<b>Figura 6</b> - Diâmetro altura do solo (DAS) das espécies em estrato regenerativo.....	27
<b>Figura 7</b> - Altura (H) das espécies em estrato regenerativo.....	28
Figura 8 - Diâmetro da área de copa (AC) das espécies em estrato regenerativo.....	29
Figura 9 - Vazão da nascente no ano de 2008 e 2013.....	30
Figura 10 - Precipitação ao longo dos meses do ano de 2013.....	30

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** - Espécies do estrato arbóreo ( $DAP > 5$  cm) da nascente do IFSULDEMINAS - Câmpus Inconfidentes acompanhadas de sua família; nome científico; DAP=diâmetro altura do peito; H = altura; AC = área de copa; Ni = número de indivíduo; DAi = densidade absoluta..... 18

**Tabela 2** - Relação dos parâmetros da vegetação para estrato arbóreo ( $DAP > 5$  cm) e estrato regenerativo ( $DAP < 5$  cm). N = n° de indivíduos amostrados; DA = densidade absoluta; E = n° total de espécies amostradas; F = número de famílias amostradas; H' = Índice d Diversidade de Shannon- Weaver; J' = Índice de Equabilidade de Pielou e J = Similaridade de Jaccard. .... 25

**Tabela 3** - Espécies do estrato regenerativo ( $DAP < 5$  cm) da nascente do IFSULDEMINAS - Câmpus Inconfidentes acompanhadas de sua família; nome científico; DAS=diâmetro à altura do solo; H = altura; AC = área de copa; Ni = número de indivíduo; DAi = densidade. .... 26

## LISTA DE ESPÉCIES ARBÓREAS

<i>Aegiphila sellowiana</i>	Timbó
<i>Bauhinia forficata</i>	Pata de vaca
<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	Sibipuruna
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Gabirola
<i>Casearia sylvestris</i>	Guaçatonga
<i>Cecropia hololeuca</i>	Bauva
<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro
<i>Cedrela odorata</i>	Cedrinho-do-brejo
<i>Ceiba speciosa</i>	Paineira
<i>Celtis brasiliensis</i>	Esporão
<i>Crateva tapia</i>	Tapia
<i>Croton floribundus</i>	Capixingui
<i>Croton urucurana</i>	Sangra d'água
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	Canela
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Timboril
<i>Erythrina falcata</i>	Mochoqueiro
<i>Erythroxylum deciduum</i>	Pimentinha 62
<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitanga
<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	Jacarandá
<i>Lonchocarpus cultratus</i>	Imbira-de-sapo
<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	Feijão cru
<i>Luehea divaricata</i>	Açoita cavalo
<i>Machaerium nictitans</i>	Bico –de- pato
<i>Machaerium stipitatum</i>	Sapuva
<i>Maclura tinctoria</i>	Taiuveira
<i>Morus nigra</i>	Amoreira
<i>Nectandra lanceolata</i>	Caneleira
<i>Psidium guajava</i>	Goiaba branca
<i>Psidium guajava</i>	Goiaba vermelha
<i>S. granuloso-leprosum</i>	Capoeira branca
<i>Schinus terebinthifolius</i>	Aroeira pimenteira
<i>Seguiera langsdorffii</i>	Limãozinho
<i>Solanum paniculatum</i>	Jurubeba
<i>Tabebuia chrysotricha</i>	Ipê-amarelo
<i>Triplaris americana</i>	Pau-formiga
<i>Vochysia tucanorum</i>	Tucaneira
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	Mamica-de-porca

## RESUMO

As áreas de nascentes conservadas são de suma importância devido a assegurar a manutenção e até mesmo a melhoria quali-quantitativa do recurso hídrico, sendo, portanto, a recuperação das nascentes de grande relevância ambiental. O objetivo deste estudo foi avaliar a sobrevivência e os parâmetros silviculturais das espécies arbóreas plantadas há seis anos e quantificar e identificar a regeneração natural na área em recuperação para verificar se está ocorrendo uma recuperação progressiva de sucessão ecológica para posterior indicação das mais adaptadas para futuras recuperações de Áreas de Preservação Permanente (APP's). A avaliação do desempenho das espécies no campo se deu por meio dos parâmetros sobrevivência, altura (H), e diâmetro à altura do solo (DAS), diâmetro a altura do peito (DAP) e área de copa (AC). Atualmente, há na área em recuperação 260 espécimes distribuídos em 25 famílias e 36 espécies, sendo 71 espécimes, 20 famílias e 27 espécies no estrato arbóreo (DAP > 5 cm) e 189 espécimes, 20 famílias e 36 espécies no estrato regenerativo (DAP < 5 cm). Dentre os indivíduos do estrato arbóreo (DAP > 5 cm), as dez espécies que se destacaram em AC, importante parâmetro para a recuperação de áreas degradadas por promover o rápido recobrimento do solo, foram *L. cultratus*, *M. tinctoria*, *C. hololeuca*, *E. contortisiliquum*, *C. floribundus*, *S. paniculatum*, *P. guajava*, *C. iguanea*, *J. cuspidifolia*, *C. urucuran*. Concluiu-se que a área da nascente em recuperação encontra-se em processo de sucessão ecológica progressivo, ou seja, com aumento do número de indivíduos (de 187 para 260) e de espécies (de 29 para 37). Os valores dos índices de diversidade de Shannon-Weaver ( $H'$ ) e de Equabilidade de Pielou ( $J'$ ) de 2,75, e 0,83, respectivamente encontrados na área são considerados baixos para a fisionomia de floresta estacional semi-decidual, indicando que a área encontra-se em processo de recuperação. O valor do índice de similaridade de Jaccard revelou que está ocorrendo entrada de propágulos na área, aumentando a biodiversidade da mesma. A recuperação da área de preservação permanente das nascentes mostrou-se importante para o aumento da quantidade de água drenada.

**Palavras-chave:** plantio de mudas, regeneração natural, sucessão ecológica.

## ABSTRACT

Areas of preserved springs are of paramount importance for ensuring the maintenance and even the qualitative and quantitative improvement of water resource, thus being the recovery of sources of great environmental relevance. Objective of this study was to evaluate the survival and silvicultural parameters of planted tree species for six years and identify and quantify natural regeneration in the area to see if recovery is occurring a gradual recovery of ecological succession for further indication of the most appropriate for future recoveries APP 's. Performance evaluation of the species in the field was through the survival parameters , height (H) and diameter at ground height (DAS) , diameter at breast height (DBH) and crown area (CA) . There are currently in the recovery area 260 specimens distributed in 25 families and 36 species, and 71 specimens, 20 families and 27 species in the tree stratum (DBH > 5 cm) and 189 specimens , 20 families and 36 species in the regeneration layer ( DBH < 5 cm) . Among individuals the tree stratum (DBH > 5 cm), the ten species that stood out in BC, an important parameter for the recovery of degraded areas by promoting the rapid soil covering , were *cultratus* L. , *M. tinctoria* , *C. hololeuca* *E. contortisiliquum* , *C. floribundus* , *S. paniculatum* , *P. guajava* , *C. iguanea* , *J. cuspidifolia* , *C. urucuran* . It was found that the area of the recovery spring is in progressive succession ecological process, ie , an increase in the number of individuals ( 187 to 260 ) and species ( 29 to 37). The values of diversity indices of Shannon -Weaver (  $H'$  ) and evenness (  $J'$  ) of 2.75 , and 0.83 , respectively found in the area is low for the physiognomy of semi - deciduous forest , indicating that the area is in the recovery process. The value of the Jaccard similarity index revealed that entry is occurring seedlings in the area, increasing the biodiversity of the same. The recovery of the permanent preservation area of the springs proved to be important to increase the amount of water drained by it.

**Keywords:** planting seedlings, natural regeneration , ecological succession .

## **1. INTRODUÇÃO**

Entende-se por nascente o afloramento do lençol freático que vai originar uma fonte de água de acúmulo (represa) ou cursos d'água (ribeirões e rios). Em virtude de seu valor inestimável dentro de uma propriedade rural deve ser cuidada (Castro 1999), de forma que nenhuma ação antrópica ou natural venha causar perturbações na qualidade e quantidade da água.

A nascente ideal é aquela que fornece água de boa qualidade, abundante e contínua, localizada próxima do local de uso e de cota topográfica elevada, possibilitando sua distribuição por gravidade, sem gasto de energia. É bom ressaltar que, além da quantidade de água produzida pela nascente, é desejável que tenha boa distribuição no tempo, ou seja, a variação da vazão situe-se dentro de um mínimo adequado ao longo do ano. Esse fato implica que a bacia hidrográfica não deve funcionar como uma área impermeável, escoando em curto espaço de tempo toda a água recebida durante uma precipitação pluvial. Ao contrário, a bacia deve absorver boa parte dessa água através do solo, armazená-la em seu lençol subterrâneo e cedê-la, aos poucos, aos cursos d'água através das nascentes, inclusive mantendo a vazão, sobretudo durante os períodos de seca. Isso é fundamental tanto para o uso econômico e social da água – bebedouros, irrigação e abastecimento público, quanto para a manutenção do regime hídrico do corpo d'água principal, garantindo a disponibilidade de água no período do ano em que mais se precisa dela (Castro & Lopes, 2001).

Quanto à qualidade, deve-se atentar que, além da contaminação com produtos químicos, a poluição da água resultante de toda e qualquer ação que acarrete aumento de partículas minerais no solo, da matéria orgânica e dos coliformes totais pode comprometer a saúde dos usuários – homem ou animais (Castro & Lopes, 2001).

Com o exposto em relação à quantidade e qualidade da água, a adequada conservação de uma nascente envolve diferentes áreas do conhecimento, tais como hidrologia, manejo de bacias hidrográficas, conservação do solo, reflorestamento, legislação ambiental, etc.

No Brasil, nos últimos anos, dada a crescente conscientização da comunidade civil e científica sobre a necessidade da conservação dos recursos naturais e a legislação vigente que obriga a recuperação de áreas degradadas, tem sido constatada grande avanço na pesquisa científica para a prática de projetos de reflorestamentos de ambientes ciliares (Martins, 2001). Vários estudos vêm sendo realizados visando à recuperação de nascentes por reflorestamentos com de plantio mudas (Sarmiento et al, 2013), com semeadura direta (Vilela, 2006), técnicas de nucleação (Reis et al, 2003), e por regeneração natural (Ferreira et al, 2007).

Assim sendo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a sobrevivência e os parâmetros silviculturais das espécies arbóreas plantadas há seis anos e quantificar e identificar a regeneração natural na área em recuperação para verificar se está ocorrendo uma recuperação progressiva de sucessão ecológica para posterior indicação das mais adaptadas para futuras recuperações de áreas de preservação permanente (APP's).

## **2. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO**

### **2.1. Nascentes**

As nascentes, também chamadas de minas, fio de água, cabeceira, fonte e olho d'água, são definidas como sendo aberturas naturais na superfície do terreno de onde escoam as águas subterrâneas. A água que jorra de uma nascente formará um pequeno córrego que irá contribuir para o volume de água de outro curso e, assim, sucessivamente, até alcançar os mares (Pinto, 2003). Portanto, o desaparecimento de uma nascente resultará na redução do número dos cursos de água, significando a diminuição da disponibilidade de água doce para os diversos usos (Castro, 2001).

As nascentes são classificadas, quanto ao regime de água, em perenes, temporárias e efêmeras. As perenes são caracterizadas por apresentarem um fluxo de água contínuo, até mesmo na estação da seca. As temporárias somente apresentam fluxo de água durante a estação das chuvas. Já as efêmeras são aquelas que aparecem durante uma chuva, permanecem durante alguns dias e logo em seguida desaparecem (Castro, 2001).

Quanto à surgência, as nascentes podem ser pontuais ou difusas, sendo as pontuais àquelas que apresentam a ocorrência do fluxo d'água em um único local do terreno, sendo localizada geralmente em grotas rasas e profundas e no alto das serras (Pinto, 2003).

Já as nascentes difusas são aquelas que não apresentam um ponto definido no terreno, ou seja, apresentam vários olhos d'água, que ora aparecem, ora desaparecem. A maioria das nascentes classificadas nesta categoria encontra-se nos brejos, voçorocas e matas planas de altitudes mais baixas e relevo plano (Pinto, 2003).

“A origem dessas nascentes é em função da camada impermeável situar-se de tal forma que fique paralela à parte mais baixa do terreno e estando próxima a superfície, ocorrerá um fluxo d'água da encosta para o lençol freático. Este fluxo promove um aumento no nível de água do lençol freático, fazendo com que, em determinado momento, este nível seja elevado até a superfície do terreno, provocando o encharcamento do solo, originando, de forma desordenada, o surgimento de um grande número de pequenas nascentes por todo o terreno” (Castro, 2001).

Com a importância desse recurso natural, percebe-se que é preciso conservar e preservar as nascentes, uma vez que a água drenada pelas mesmas é responsável pela perenidade dos corpos d'água (Maximiano, 2008). Segundo Davide et al, (2000), deve-se evitar o desmatamento, principalmente das encostas e matas ciliares, já que esta vegetação é de importante relevância para o abastecimento dos lençóis freáticos.

## **2.2. Aspectos legais**

Segundo a Lei Federal, nº 12.651, de 25 de maio de 2012, consideram-se de preservação permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta lei, as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 metros. As áreas de preservação permanente (APP) são áreas protegidas, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas. Nos casos de áreas rurais consolidadas em Áreas de Preservação Permanente no entorno de nascentes e olhos d'água perenes, será admitida a manutenção de atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo ou de turismo rural, sendo obrigatória a recomposição do raio mínimo de 15 metros.

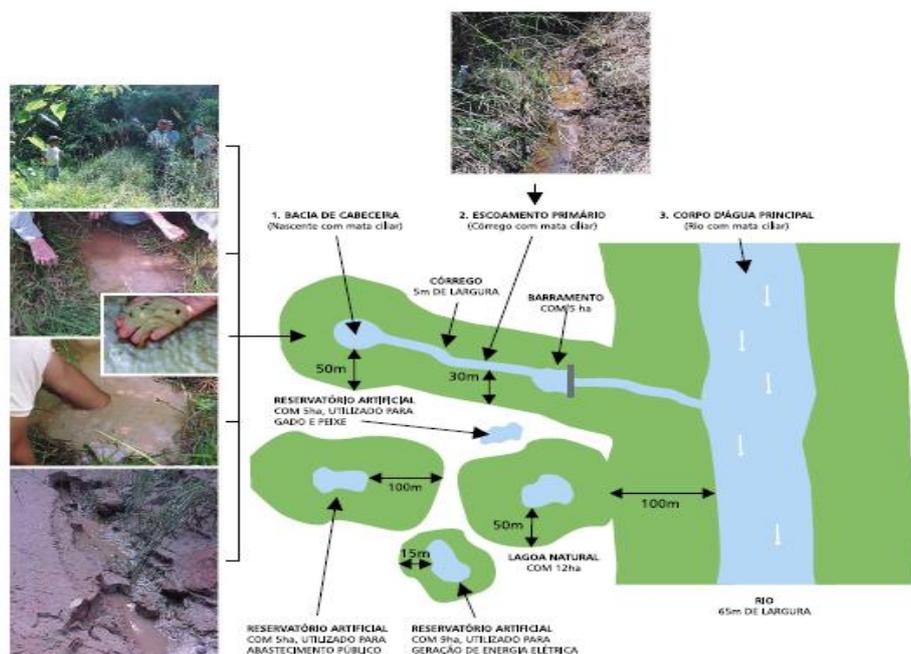
Com a finalidade de impedir que as interferências sem critérios nas nascentes e ao longo dos cursos d'água venham a trazer danos irreversíveis à rede natural de drenagem, visando, portanto, preservar os recursos hídricos para o bem do ambiente como um todo, na utilização de uma nascente, há que se respeitar e atender a legislação específica de recursos hídricos. De modo geral, a legislação vigente tende a simplificar a regularização de pequenas intercessões nas nascentes e cobrir os barramentos que tenham tanto permanência como capacidade de extravasar as vazões de cheia e a vazão mínima para jusante Vazão  $Q_{7,10}$ , (Calheiros et al, 2004). A vazão  $Q_{7,10}$  pode ser entendida como o valor anual da média de 7 vazões diárias consecutivas que pode se repetir, em média, uma só vez a cada dez anos, ou seja, período de retorno de 10 anos (Von Sperling, 2007).

O Estado de Minas Gerais, conforme a Portaria Administrativa Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM) nº 010/98, em seu artigo 1º, definiu como vazão de referência a  $Q_{7,10}$ . A Portaria fixa que o limite máximo de captações e lançamentos a serem outorgados nas bacias hidrográficas do Estado, por cada seção considerada em condições naturais, será de 50% da  $Q_{7,10}$ , ficando garantida a jusante de cada derivação, fluxos residuais mínimos equivalentes a 50% da  $Q_{7,10}$ .

Toda e qualquer interferência promovida nas nascentes ou cursos d'água devem seguir a legislação estadual, ou federal caso seja necessário. A seguir, a Figura 1, apresenta os limites legais do uso próximo às águas (Cart. Nascente, 2004).

O conceito de Área de Preservação Permanente (APP) presente no Código Florestal brasileiro nº 12.651, de 25 de maio de 2012, emerge do reconhecimento da importância da manutenção da vegetação de determinadas áreas - as quais ocupam porções particulares de uma propriedade, não apenas para os legítimos proprietários dessas áreas, mas, em cadeia, também para os demais proprietários de outras áreas de uma mesma comunidade, de comunidades vizinhas, e, finalmente, para todos os membros da sociedade.

No meio rural, as APP's assumem importância fundamental no alcance do tão desejável desenvolvimento sustentável (Skorupa, 2003). Isso se dá devido a uma infinidade de fatores segundo o Ministério do Meio Ambiente, como exemplo pode-se considerar a relevância do aumento quali-quantitativo dos recursos hídricos onde há a presença de APP's, ainda pode-se considerar a redução no assoreamento dos rios além do grande auxílio na conservação da fauna e flora próximas ao local.



**Figura 1** - Exemplo de bacia com diferentes tipos de corpos hídricos e distâncias legais das áreas de preservação permanente referentes à nascente e cursos d'água (Fonte: Cartilha Nascente, 2004).

### 2.3. Mata ciliar

Mata ciliar é a formação vegetal localizada nas margens dos córregos, lagos, represas e nascentes. Também é conhecida como mata de galeria, mata de várzea, vegetação ou floresta ripária (Martins, 2001). As matas ciliares são os ecossistemas mais intensamente utilizados e degradados pelo homem, por possuírem solos férteis e úmidos, ideais para a agricultura; fornecerem madeira; apresentarem condições adequadas para construção de estradas, principalmente nas regiões montanhosas; para exploração de areia e cascalho; e, devido à sua beleza cênica serem intensamente utilizadas para urbanização e recreação, (Botelho e Davide, 2003 citado por Pires e Royer (2012) 2012).

A necessidade da presença da vegetação ciliar é sem dúvida inquestionável, pelas suas funções com efeitos que não são apenas locais, mas refletem na qualidade de vida de toda a população sob influência de uma bacia hidrográfica (Botelho et al., 1995, citado por Davide et al., 2000).

É indiscutível os benefícios que as matas ciliares podem oferecer aos recursos hídricos as quais rodeiam. Sendo assim, Davide et al. (2000) destaca como principal o fato de que a presença destas matas auxiliarem na manutenção da qualidade e quantidade de água devido a sua função de tamponamento entre os cursos d'água e as áreas adjacentes, assim retendo grande quantidade de sedimentos, defensivos agrícolas e nutrientes ao solo.

Já Martins e Dias (2001) afirmam que o principal benefício destas matas estão voltados para a estabilização das margens dos rios através da grande malha de raízes e também devido a presença da serapilheira que acaba por reter e absorver o escoamento superficial.

Botelho (1995), salienta que a presença das matas ciliares tem capacidade de ofertar um ambiente com água, alimento e abrigo para um grande número de espécies de pássaros e pequenos animais, além de funcionarem como corredores ecológicos.

Martins e Dias (2001) ainda mencionam que o habitat aquático sombreado pelas matas ciliares é condição para reprodução e sobrevivência de insetos, anfíbios, crustáceos e pequenos peixes.

A vegetação presente nas áreas de nascentes atua como um amortecedor de chuvas, evitando o seu impacto direto sobre o solo e sua paulatina compactação. Devido a este amortecimento, o solo mantém-se poroso junto das raízes da vegetação, logo, é capaz de absorver maior quantidade de água proveniente das chuvas e assim reabastecendo os lençóis freáticos. Além disso, ainda pode-se considerar que a presença de tal vegetação impede o excesso de escoamento superficial de modo que há uma redução no carreamento de partículas do solo e resíduos tóxicos para dentro dos cursos de água (Silva et al., 2003 citado por Maximiano, 2008).

Lima e Zákia (2000) observam que a importância da mata ciliar não encontra-se somente voltada para os cursos d'água como também é de fundamental importância para a manutenção da integridade de uma sub-bacia hidrográfica, devido às suas diversas funções como anteriormente ressaltadas.

## **2.4. Métodos de recuperação de áreas degradadas**

### **2.4.1. Regeneração natural**

Um ecossistema é considerado como degradado, quando este perde a sua capacidade de recuperação após sofrer distúrbios, ou seja, perde sua resiliência. Todavia, a degradação pode se apresentar em situações variáveis, pois, a intensidade dos distúrbios são capazes de afetar seriamente fatores considerados como fundamentais para a garantia da resiliência, ou seja, dependendo da amplitude do distúrbio a área que sofreu degradação perde seu banco de plântulas e de sementes no solo, capacidade de rebrota das espécies, chuva de sementes, dentre outros, podem ser perdidos, dificultando o processo de regeneração natural ou tornando-o extremamente lento (Martins, 2001 citado por Oliveira, 2009).

A regeneração natural ocorre através assim por meio de processos naturais, ou seja, através de ações do próprio meio sem interferência do ser humano. Exemplos de processos de regeneração natural são as germinações das sementes e a brotação de tocos e raízes que juntos de outros vários processos são capazes de proporcionar a sucessão na floresta (Botelho, 2003 citado por Oliveira, 2009).

No processo de condução de regeneração natural, a revegetação é obtida naturalmente através do banco de sementes e outros propágulos (raízes, bulbos, etc.) existentes no local ou dispersado pela fauna (aves, insetos, mamíferos, etc.), pelo vento, chuva e outros mecanismos de dispersão (Nappo et al., s/d citado por Oliveira, 2009).

O termo regeneração natural tem apresentado significado bastante amplo, podendo ser considerado como o estágio que segue a independência da plântula da reserva da semente e precede o estado vegetativo adulto e o reprodutivo, ou seja, é o indivíduo jovem na floresta; todos os descendentes das plantas arbóreas que se encontram entre 10 cm de altura até o limite estabelecido no levantamento estrutural; entre outros (Alvarenga, 2004).

De acordo com estudos realizados por Seitz (1994), o tempo de recuperação por meio natural se dá com maior ou menor rapidez, variando assim de acordo com a intensidade de degradação como também de outros fatores que caracterizam a área como a capacidade do banco de sementes do solo fornecer plântulas para o processo.

O mesmo autor, ainda menciona em seus estudos que quando uma determinada área sofre um distúrbio como a abertura natural de uma clareira, um desmatamento ou um incêndio, por exemplo, a sucessão secundária se encarrega de promover a colonização da área aberta e conduzir a vegetação por meio de uma série de estádios sucessionais.

Para Martins (2001), o estudo da regeneração natural das florestas ciliares é de grande importância devido ao papel que estes ecossistemas desempenham para as comunidades, direta ou indiretamente, a eles vinculados. Este autor também evidencia que a regeneração natural é essencial, para assegurar que as matas ciliares desempenhem suas funções, pois é a reposição natural das espécies e o surgimento de outras, conforme o nível de desenvolvimento dos estágios sucessionais, que vão garantir o equilíbrio e a perpetuação dos ecossistemas.

O uso da regeneração natural pode reduzir significativamente o custo de implantação da mata ciliar, devido o fato de exigir menos mão-de-obra e insumos na operação de plantio (Botelho, 2003 citado por Oliveira, 2009). Martins (2001) também menciona o caráter financeiro deste método afirmando que tal é considerado por Martins (2001) como o procedimento mais econômico para recuperar áreas degradadas.

## **2.4.2. Regeneração artificial**

### **2.4.2.1. Plantio de mudas**

Apesar da recuperação natural de áreas degradadas ser uma forma de baixo custo, onde leva-se em consideração os benefícios ofertados pela própria natureza, o plantio de mudas de espécies nativas, destaca-se em meio os procedimentos de recuperação devido ao rápido crescimento e devido a proporcionar entre outros benefícios o desenvolvimento de espécies vegetais de outros níveis de sucessão e atração de animais dispersores de sementes (Cavalheiro et al, 2002).

Ao analisar os custos, apesar do plantio necessitar de investimentos ao contrário da recuperação por regeneração natural, nota-se que é possível baratear os custos de atividade de recuperação utilizando do plantio de mudas, fazendo o uso do plantio de mudas em “ilhas” (Kageyama e Gandara, 2000). De acordo com os mesmos autores é possível formar as ilhas, através pequenos núcleos onde são inseridas plantas de distintas formas de vida, logo, com a utilização de uma alta diversidade e densidade de espécies arbóreas, estas ilhas servem como “trampolins” para restaurar a

conectividade entre os fragmentos além de auxiliar no processo de restauração de florestas nativas.

A prioridade para se iniciar a revegetação com espécies nativas nas bacias hidrográficas deve ser em Áreas de Preservação Permanente - APP, beiras de nascentes e olhos d'água, córregos, rios, represas e áreas com declive acentuado. Em seguida, locais impróprios para a agricultura, terrenos erodidos, ou locais impactados por ações antrópicas que levaram ao desmatamento e a ocupação desordenada (Pinto et al, 2005).

Segundo Macedo (1993), no processo de revegetação, deve-se envolver os diferentes grupos sucessionais, afinal as espécies que irão se encontrar no estágio inicial da sucessão ecológica serão importantes para que as espécies dos estágios seguintes possam condições adequadas para se desenvolver.

O plantio de mudas se destaca como o método de regeneração mais praticado, principalmente por fornecer entre outros benefícios, uma boa densidade inicial de plantas na área degradada. Contudo, é possível se deparar com alguns inconvenientes quando faz-se o uso deste método, como a formação de uma vegetação uniforme, diferente do que se têm com a regeneração natural (Smith, 1986).

Botelho (2003) citado por Oliveira (2009) ressalta que o plantio de mudas é o mais utilizado no Brasil e isso é justificado devido à definição da densidade de plantio bem como pela alta sobrevivência das mudas, além de poder fazer o uso de espaçamento regular, o qual permite planejar a localização de plantio de cada muda, assim facilitando o processo de regeneração.

Cavalheiro et al, (2002) ainda menciona que entre os benefícios que fazem com que esta técnica seja amplamente utilizada, encontra-se a possibilidade de utilização de espécies de rápido desenvolvimento, onde cerca de dois anos após o plantio já é possível ter áreas arbóreas as quais venceram a competição com espécies invasoras herbáceas e gramíneas, através do sombreamento o que reduz o custo de manutenção do plantio.

A grande dificuldade do reflorestamento com espécies nativas é a diversidade de espécies e a obtenção de mudas na quantidade e qualidade desejada Santarelli, (2001) citado por Alvarenga, (2004). Segundo Cruz (2002) é necessário avaliar os fragmentos de mata nas proximidades da área a ser recuperada a fim de distinguir a vegetação local, para auxiliar na escolha das mudas e ter informações das condições do solo e do clima da região. O plantio de mudas para a recuperação de áreas

degradada vem sendo discutidas por diversos autores aonde eles comprovam a sua eficiência quanto ao desenvolvimento e adaptação das espécies ao local, mais seu elevado custo pode ser considerado uma de suas desvantagens tornando-se um obstáculo para esta prática (Barbosa et al, 2006, citado por Braga, 2013).

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1. Local do ensaio**

A nascente pontual em estudo está localizada na área destinada à bovinocultura de leite do IFSULDEMINAS - Câmpus Inconfidentes, tendo como marco as coordenadas 22° 17' 53" de latitude sul e 46° 20' 66" de longitude oeste, a uma altitude de 914 m tendo como elipsóide de referência WGS-84. Esta nascente sempre teve sua área de preservação permanente utilizada para o pastoreio até o início da recuperação com o plantio de 187 mudas em fevereiro de 2007, época correspondente ao início do período chuvoso.

O clima do município é caracterizado por verões brandos e úmidos com precipitação de 1.300 a 1.700 mm.ano<sup>-1</sup>, temperatura média anual inferior a 22° C e temperatura média no inverno de até 18° C (Silva, 2013). A região apresenta vegetação com influência do Bioma Mata Atlântica, solo do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico de boa fertilidade, com boa relação Ca/Mg (3,6), acidez nula, sendo ótimo para as plantas, e pH (5,97), tido como ótimo (Maximiano, 2008).

A área de preservação permanente da nascente, em 2007, encontrava-se totalmente sem vegetação no seu lado esquerdo e acima. A parte abaixo e a direita da nascente encontrava-se com espécies de vegetação de brejo, como por exemplo, a taboa (*Typha dominguensis*), vegetação indicadora de solo úmido, assa-peixe (*Vernonia polyanthes*), sangra-d'água (*Croton urucurana*), entre outras, não havendo necessidade de revegetação.

As espécies arbóreas selecionadas para a recuperação e conservação da nascente pontual em estudo são nativas dos grupos ecológicos (GE): pioneiras, clímax exigentes de luz (CL) e clímax tolerantes a sombra (CS). As espécies foram fornecidas pelo viveiro de mudas do IFSULDEMINAS Câmpus Inconfidentes e plantadas no mês de fevereiro de 2007, intercalando linhas de espécies pioneiras com linhas de espécies clímax (CL e CS).

### **3.2.Sobrevivência e desenvolvimento das mudas plantadas na primeira tentativa de recuperação da vegetação da nascente**

A avaliação do desempenho das espécies no campo ocorreu por meio dos parâmetros sobrevivência, altura (H), diâmetro à altura do Solo (DAS), diâmetro a altura do peito (DAP) e área de copa (AC) em abril de 2013, 6 anos após o início da recuperação da área.

As plantas existentes da primeira tentativa de recuperação da vegetação da nascente realizada por Maximiano (2008) foram enumeradas e identificadas.

A sobrevivência das espécies foi determinada pela diferença do número de mudas sobreviventes em abril de 2008 com o número de mudas sobreviventes em abril de 2013. Os resultados foram expressos em porcentagem.

A altura foi medida entre a base do caule e o broto apical principal utilizando vara telescópica graduada. O DAS foi mensurado rente ao solo utilizando paquímetro digital. O DAP das plantas com circunferência a altura do peito (CAP) superior a 15,7 cm foi medido com fita métrica. A AC foi calculada a partir da fórmula da área do círculo e para isso foram realizadas duas medições do diâmetro da copa seguindo o sentido do eixo cartesiano fazendo uso de uma vara telescópica graduada para obter um valor médio do diâmetro e em seguida aplicada a fórmula da área do círculo ( $A = \pi * D^2 / 4$ ).

Dentre os tratos culturais de manutenção realizou-se o coroamento das mudas e o controle das formigas para reduzir as possíveis interferências das plantas invasoras, em especial a brachiaria, e das formigas no crescimento das mudas. O coroamento por meio de capinas e roçadas ocorreu com periodicidade mensal ou sempre

que necessário e o controle de formigas teve manutenção mensal fazendo uso de iscas granuladas, para que não houvesse interferência por elas no crescimento das mudas.

### 3.3. Avaliação da regeneração natural da vegetação da nascente

A avaliação da regeneração natural foi realizada em toda a área em recuperação em abril de 2013, onde as plantas regeneradas foram contadas e, com a ajuda do Sr., Alordo, identificadas. No ato da identificação as plantas regeneradas receberam uma plaqueta de identificação numerada, feita com latinhas de refrigerante.

As plantas regeneradas foram mensuradas por meio dos parâmetros de crescimento altura (H), diâmetro à altura do solo (DAS), diâmetro à altura do peito (DAP) e área de copa (AC), conforme metodologia para indivíduos de estrato arbóreo descrita no item 3.2.

### 3.4. Diversidade, similaridade florística e estrutura da APP da nascente após seis anos do plantio.

A diversidade florística das espécies foi avaliada pela fórmula de Shannon-Weaver ( $H'$ ) e de Equabilidade de Pielou ( $J'$ ). O índice da diversidade de Shannon-Weaver, pode aumentar conforme a vegetação vai se aproximando do estágio clímax. Esse índice foi calculado com o número de plantas de cada espécie e também com o total das mesmas amostradas, e para isso foi usado as seguintes equações:

$$H' = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \ln \frac{n_i}{N}$$

Onde:

$H'$  = índice de Shannon-Weaver;

$i = 1 \dots n$ ;

$s$  = número de espécies vivas amostradas;

$n_i$  = numero de indivíduos da espécies  $i$ ;

$N$  = números total de indivíduos amostrados; e

$\ln$  = logaritmo neperiano.

E para a equabilidade foi usada a equação de Pielou ( $J'$ ), que é dada pela seguinte equação:

$$J' = \frac{H'}{H_{\max}}$$

Onde:

$H'$  = índice de Shannon-Weaver

$H_{\max}$  (**diversidade máxima**) =  $\ln s$ , sendo  $s$  o número de espécies.

A similaridade entre o estrato arbóreo e estrato regenerativo foi calculada pelo coeficiente de similaridade de Jaccard ( $S_j$ ), utilizando a seguinte expressão:

Equação:  $J = C/A+B-C$

Onde:

**A** - número de espécies do estrato arbóreo A;

**B** - número de espécies do estrato regenerativo B;

**C** - número de espécies comuns.

Os valores encontrados para Jaccard, se enquadram na escala de 0 a 1, assim, quanto mais próximo de 1 maior será a similaridade (Scolforo, et al, 2008).

Para avaliar a estrutura para todas as espécies amostradas, foi calculada a densidade absoluta, parâmetro fitossociológico clássico de Mueller-Combois & Ellenberg (1974), que indica o número total de indivíduos de uma determinada espécie por unidade de área. Os cálculos foram processados no Excel, usando a equação:

$$DA_i = \left( \frac{n_i}{A} \right) \cdot 10000$$

Onde:

$DA_i$  = Densidade absoluta da espécie  $i$

$n_i$  = Número de indivíduos da espécie  $i$ ;

$A$  = Área amostral em ha.

### 3.5. Monitoramentos da vazão

A vazão foi determinada de forma direta pelo método da capacidade que é o mais simples, constituindo em interceptar o fluxo da água em um recipiente calibrado e cronometrar o tempo de enchimento de um volume conhecido.

A medição da vazão foi realizada entre os dias 1 e 5 de cada mês, sendo que a 1ª medição começou no dia 6 de Janeiro de 2013. O aumento ou sua diminuição, ao longo de alguns anos, é o indicador natural se a nascente está sendo recuperada de forma esperada.

Os resultados foram obtidos pela equação:

$$Q = V/T$$

Onde:

**Q** = Vazão (L/s);

**V** = Volume (L); e

**T** = Tempo (s).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Estrato arbóreo e regenerativo

Das 29 espécies (*Acacia polyphylla*, *Aspidosperma polyneuron*, *Bauhinia forficata*, *Caesalpinia peltophoroides*, *Campomanesia xanthocarpa*, *Cariniana estrellensis*, *Cariniana legalis*, *Cedrela fissilis*, *Cedrela odorata*, *Ceiba speciosa*, *Vochysia tucanorum*, *Citronella gongonha*, *Croton urucurana*, *Cryptocarya aschersoniana*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Erythrina falcata*, *Erythroxylum deciduum*, *Lafoensia pacari*, *Lonchocarpus muehlbergianus*, *Luehea divaricata*, *Machaerium stipitatum*, *Maclura tinctoria*, *Morus nigra*, *Nectandra lanceolata*, *Piptadenia gonoacantha*, *Platycyamus regnelli*, *Solanum granuloso-leprosum*, *Tabebuia chrysotricha*, *Triplares americana*) totalizando 187 mudas plantadas em fevereiro de 2007 por Maximiano (2008), as que melhor se adaptaram à área por terem maior sobrevivência foram: *M. tinctoria*, *L. muehlbergianus* e *N. lanceolata* (100%); *E. deciduum*, *E. contortisiliquum*, *L. divaricata*, *M. stipitatum* e *C. fissilis* (93,7%); *S. granuloso-leprosum* e *M. nigra* (92,7%).

A listagem das espécies presentes na área em recuperação da nascente em fevereiro de 2013 com DAP > 5 cm e DAP < 5 cm são apresentadas nas tabelas 1 e 2.

Na nascente em recuperação foram identificados 260 indivíduos arbóreos distribuídos em 25 famílias e 36 espécies, sendo que 71 destes indivíduos possuem DAP > 5 cm, ou seja, encontram-se já no estrato arbóreo produzindo sementes e frutos,

contribuindo com a regeneração natural. Estes indivíduos pertencem a 18 famílias, representam 25 gêneros e 27 espécies (Tabela 1).

**Tabela 1** - Espécies do estrato arbóreo (DAP > 5 cm) da nascente do IFSULDEMINAS - Câmpus Inconfidentes acompanhadas de sua família; nome científico; DAP=diâmetro altura do peito; H = altura; AC = área de copa; Ni = número de indivíduo; DAi = densidade absoluta.

Família	Nome científico	DAP(cm) Média	H(m) Média	AC (m <sup>2</sup> ) Média	N	Dai
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i>	5,4	4,2	5,1	1	1,78
Bignoniaceae	<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	7,7	4,8	7,5	3	5,34
Bombacaceae	<i>Ceiba speciosa</i>	33,7	15,0	49,3	1	1,78
Cannabaceae	<i>Celtis brasiliensis</i>	8,9	4,2	8,1	4	7,13
Dilleniaceae	<i>Triplaris americana</i>	12,8	5,8	14,6	3	5,34
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i>	6,8	5,4	6,1	3	5,34
Euphorbiaceae	<i>Croton floribundus</i>	10,8	10,0	15,6	1	1,78
	<i>Croton urucurana</i>	9,2	5,3	4,7	2	3,56
Fabaceae	<i>Machaerium nictitans</i>	8,4	4,6	6,4	23	40,97
	<i>Bauhinia forficata</i>	9,9	3,1	6,2	1	1,78
	<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	11,4	7,2	6,6	3	5,34
	<i>Machaerium stipitatum</i>	14,6	7,2	12,9	1	1,78
	<i>Cedrela odorata</i>	6,4	3,3	3,5	1	1,78
	<i>Platycyamus regneilli</i>	7,6	4,1	2,9	2	3,56
	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	11,5	5,5	44,2	1	1,78
	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	5,1	3,3	2,4	1	1,78
Flacourtiaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	6,8	5,4	8,8	4	7,13
Lamiaceae	<i>Aegiphila sellowiana</i>	5,4	5,2	9,1	1	1,78
Lauraceae	<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	10,2	4,6	8,8	1	1,78
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i>	6,8	5,0	0,7	2	3,56
Myrtaceae	<i>Psidium guajava - goiaba branca</i>	14,8	4,1	25,5	2	3,56
	<i>Psidium guajava - goiaba vermelha</i>	7,0	4,5	10,2	2	3,56
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i>	10,9	5,5	7,8	2	3,56
Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i>	7,0	5,3	10,0	1	1,78
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	5,4	6,0	2,5	1	1,78
Solanaceae	<i>S. granuloso-leprosum</i>	9,4	8,9	7,3	2	3,56
Verbenaceae	<i>Vochysia tucanorum</i>	13,2	6,1	19,7	2	3,56
	Total				71	127

A diversidade das espécies do estrato arbóreo (DAP > 5 cm) foi estimada por meio do índice de Shannon-Weaver (H') e de Equabilidade de Pielou (J') apresentando valores de 2,75, e 0,83, respectivamente.

O valor de índice de Shannon-Weaver (H') foi inferior ao observado por Pinto et al, (2005) em ambiente de nascentes de florestas estacionais semidecíduais (H'

= 3,889) e inferior aos observados em fragmentos de matas ciliares por Silva (2002), Souza (2001), Van Den Berg (1999) e Oliveira-Filho et al, (1994), os quais observaram valores para o índice de diversidade de Shannon-Weaver de 4,148; 4,258; 3,924; e 4,204, respectivamente. Esta menor diversidade indica que a área, também sob a fisionomia de floresta estacional semidecidual, ainda está em processo de recuperação. Ou seja, a regeneração natural através dos pássaros e outros animais, o aumento da matéria orgânica através das folhas e galhos das árvores e recomposição do solo devido à recuperação da área, tendo ainda, com o tempo, ter que aumentar a biodiversidade. Dessa forma é importante a continuidade do monitoramento da biodiversidade para verificar se o modelo de recuperação proposto (plantio de mudas com linhas de pioneiras intercaladas com linhas de clímax) será suficiente para a recuperação da nascente ou se deverá ser feito o enriquecimento.

Já o índice de Equabilidade de Pielou ( $J'$ ) na nascente em recuperação ( $J'=0,830$ ), foi superior ao encontrado nas áreas de nascentes por Pinto et al, (2005) ( $J' = 0,719$ ). Este índice varia de zero a um e quanto mais próximo de um menor a dominância de poucas espécies (Nappo, 1999), indicando que o valor encontrado na área em estudo pode ser considerado alto, não havendo a dominância ecológica de espécies dominantes. Esse resultado é importante ecologicamente permitindo inferir que na área em recuperação há uma disponibilidade de matrizes produtoras de frutos e sementes equilibradas equitativamente, o que pode favorecer a distribuição de alimentos ao longo do ano, favorecendo a atração da fauna para a área o ano todo. Ressalta-se ainda que o valor encontrado para  $J'$  na nascente em recuperação encontra-se dentro da média, dos valores observados em fragmentos de matas ciliares de florestas estacionais semidecíduais estudados por Silva (2002), Souza (2001), Van den Berg (1999) e Oliveira-Filho et al. (1994) ( $J' = 0,868$ ;  $0,862$ ;  $0,793$ ; e  $0,880$ , respectivamente).

Dentre as 27 espécies avaliadas com DAP>5 cm, as que mais se destacaram na altura foram paineira (*C. speciosa*), capixingui (*C. floribundus*), capoeira-branca (*S. granuloso-leprosum*), sapuva (*M. Stipitatum*), grão-de-bico (*C. peltophoroides*), tucaneira (*V. tucanorum*), mamica-de-porca (*Z. rhoifolium*), pau-formiga (*T. americana*), açoita cavalo (*L. divaricata*) e timboril (*E. contortisiliquum*) (Figura 2).

Um bom desenvolvimento neste parâmetro silvicultural é formidável para a restauração de campos degradados pelo fato dos indivíduos atuarem como poleiros naturais, atraindo as aves para a área a ser recuperada, possibilitando acelerar a

recuperação em função das sementes que os mesmos podem dispersar, aumentando a densidade de indivíduos e também a diversidade. A atração destes animais é uma das formas mais efetivas para a chegada de sementes e assim, acelerar o processo sucessional, através da regurgitação, defecação ou derrubada de frutos e sementes em árvores remanescentes, tornam-se núcleos de regeneração, com grande diversidade na sucessão secundária inicial (Reis et al, 2003).

O bom desenvolvimento em altura da paineira (*C. speciosa*) é satisfatório até em solos de baixa fertilidade química, secos e arenosos. Ocorre também em solo fértil, profundos e húmidos, com textura arenosa, franca a argilosa. Prefere solos bem drenados; não tolera solos com lençol freático superficial, sujeitos a inundação ou várzeas. Por ser árvore de grande porte, copa larga, tronco volumoso e florada exuberante já nos primeiros anos de vida (tem crescimento rápido), e atinge altura de 15 a 30 metros e tronco de 80 a 100 centímetros de diâmetro, (Lorenzi, 2002).

Devido ao comportamento ecológico de espécies pioneiras, com rápido crescimento, as espécies capixingui (*C. floribundus*), capoeira-branca (*S. granuloso-leprosum*), tucaneira (*V. tucanorum*), (Lorenzi, 1992), açoita-cavalo (*L. divaricata*) (Moreira, 2004), mamica-de-porca (*Z. rhoifolium*) (da Silva et al, 2003) e timboril (*E. contortisiliquum*) (Lorenzi, 1998), pau-formiga (*T. americana*) (Ferreira, et al, 2013) juntamente com a paineira (*C. speciosa*) se destacaram em altura com relação as demais espécies plantadas. Os autores Knowles e Parrota (1995) citado por Morães et al, (2006), salientam que o rápido crescimento das espécies pioneiras garante um meio mais adequado à reestruturação da área. O que leva as espécies pioneiras obter um rápido crescimento é a exigência de luz, o tipo de solo e a capacidade das mesmas de se adaptar no ambiente como maior efetividade, como baixas e altas temperaturas. Segundo Gonçalves et al, (1992), constataram que as espécies pioneiras possuem sistema radicular mais desenvolvido e raízes finas em maior densidade, sendo assim, apresentam maiores taxas de crescimento e absorção de nutrientes climáticas.

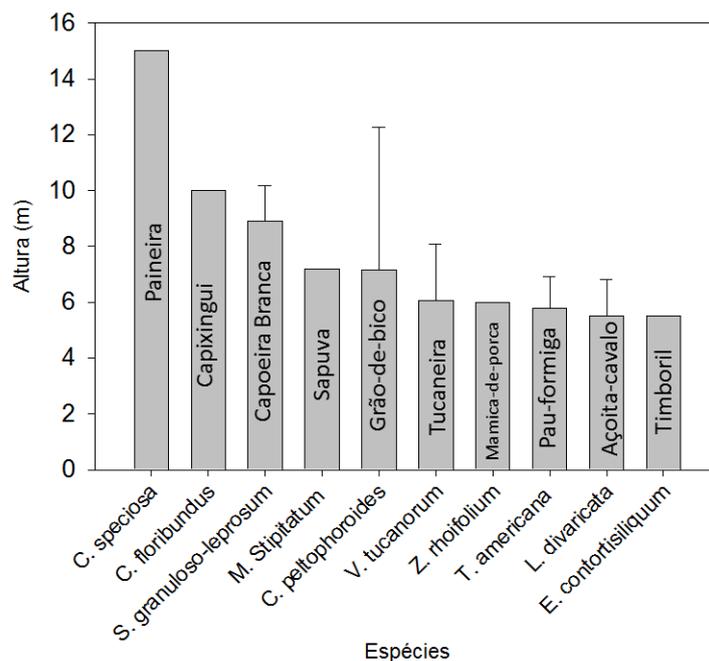
As espécies capixingui (*C. floribundus*) e capoeira-branca (*S. granuloso-leprosum*) não são exigentes a solos férteis (Ramalho, 2003; Carvalho, 2002), respectivamente podendo este fato ter contribuído, também, para o bom desenvolvimento em altura das espécies na área, que antes da recuperação estava sob uso intensivo por pastagem sem manutenção e possivelmente com baixa fertilidade. O solo fértil é aquele que tem boas propriedades físicas e químicas, boa reserva de

nutrientes, razoável teor de matéria orgânica, quantidade satisfatória de organismos benéficos, isenção de substâncias em níveis tóxicos, esta localizado em zona climática favorável ao crescimento vegetal, propicia a boas condições de assimilação desses elementos essenciais pelas plantas (Kiehl, 1985; Petrobras, 1986; Siqueira & Franco, 1988; Mello et al., 1989). Sendo assim, as espécies citadas acima não precisam desses níveis, uma vez que são considerados solos férteis.

Vale destacar que a adubação ocorreu no plantio, em novembro de 2007 e em janeiro de 2010 com a adubação de cobertura.

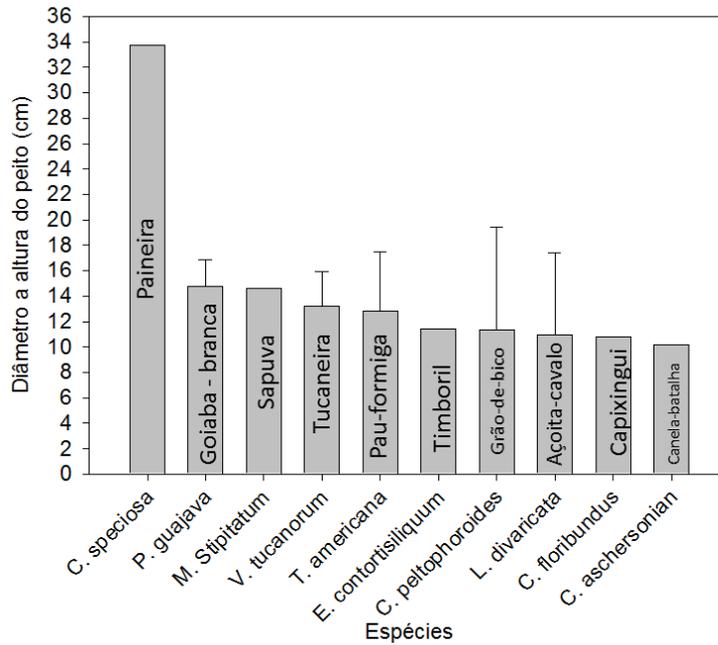
O bom desenvolvimento em altura do capixingui (*C. floribundus*), da tucaneira (*V. tucanorum*) e do açoita-cavalo (*L. divaricata*) na área em recuperação é importante para acelerar a recuperação da mesma por apresentarem mecanismos de dispersão de sementes desejáveis e não apresentarem dormência de suas sementes. Segundo Ramalho (2003) o capixingui apresenta sementes dispersas por autocória, ou seja de forma independente, podendo ocorrer deiscência explosiva nos dias quentes, o que facilita a propagação da espécie. Já a tucaneira apresenta, segundo Lorenzi (1992), produção de flores e frutos que atraem insetos e pássaros e ainda possui germinação entre 20 a 40 dias, não havendo a necessidade de tratamentos pré-germinativos. O açoita-cavalo não possui dormência de sementes (Carvalho, 2003) e é recomendada por Anton et al., (2002) citado por Gis e Tamponi (2006), por gerar um número considerável de indivíduos em casos de sucessão ecológica.

Moreira (2004) cita que açoita-cavalo é uma espécie muito promissora para a revegetação de áreas por causa do seu alto índice de sobrevivência e de crescimento rápido, permitindo o desenvolvimento de espécies climáticas que não toleram a incidência de luz solar durante a germinação.



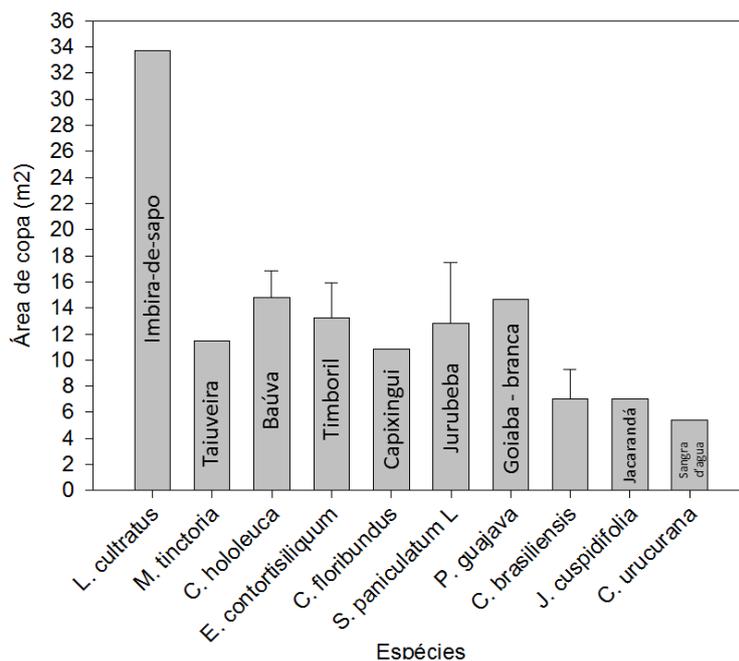
**Figura 2** - Altura das espécies do estrato arbóreo, sendo que as colunas representam os dados médios e as barras o desvio padrão.

As dez espécies que apresentaram maior DAP foram paineira (*C. speciosa*), goiaba-branca (*P. guajava*), sapuva (*M. stipitatum*), tucaneira (*V. tucanorum*), pau-formiga (*T. americana* L), timboril (*E. contortisiliquum*), grão-de-bico (*C. peltophoroides*), açoita-cavalo (*L. divaricata*), capixingui (*C. floribundus*) e canela batalha (*C. aschersonian*) (Figura 3). Dentre estas espécies com maior DAP, oito também se destacaram em altura, sendo elas: a paineira, seguida por capixingui, sapuva, grão-de-bico, tucaneira, pau-formiga, açoita-cavalo, timboril.



**Figura 3** - Diâmetro a altura do peito (DAP>5 cm) das espécies do estrato arbóreo , sendo que as colunas representam os dados médios e as barras o desvio padrão

Dentre as espécies do estrato arbóreo (DAP >5 cm), as dez que se destacaram em AC, importante parâmetro para a recuperação de áreas degradadas por promover o rápido recobrimento do solo, foram paineira (*C. speciosa*), timboril (*E. contortisiliquum*), goiaba branca (*P. guajava*), tucaneira (*V. tucanorum*), capixingui (*C. floribundus*), pau-formiga (*T. americana* L), sapuva (*M. stipitatum*), goiaba vermelha (*P. guajava*), limão bravo (*S. langsdorffii*) e tamanqueira (*A. integrifolia*) (Figura 4). Souza (2007) salienta que quanto maior a área de copa, melhor será cobertura do solo exposto de uma forma mais acelerada, uma vez que suas folhas e galhos são transformados em matéria orgânica, fato que ajuda na recuperação da área, diminuindo a capacidade de lixiviação de minerais e a ocorrência de erosões. Destas, seis (embauba, capixingui, sapuva, tucaneira, pau-formiga e timboril) também apresentaram maior H e sete (paineira, goiaba-branca, sapuva, tucaneira, pau-formiga, timboril e capixingui) também apresentaram maior DAP.



**Figura 4** - Área de copa (AC) das espécies do estrato arbóreo, sendo que as colunas representam os dados médios e as barras o desvio padrão.

Já 189 indivíduos encontram-se no estrato regenerativo, ou seja, apresentam-se no estado juvenil, apresentando  $DAS < 5$  cm, e sendo de grande potencial para a recuperação da nascente estudada por ser imprescindível para a sucessão da floresta, uma vez que, essas espécies regenerativas indicam que na área está ocorrendo um importante processo de recuperação. Estes indivíduos são pertencentes a 21 famílias, 30 gêneros e 35 espécies. Estes resultados indicam que a área encontra-se em processo de recuperação e que se apresenta com regeneração progressiva por estar havendo acréscimo expressivo de espécies (de 29 para 35) e indivíduos (de 187 para 260) advindos da regeneração natural (Tabela 3). Destaca-se que há a necessidade de se realizar o controle da *Brachiaria decumbens* uma vez que a mesma possui uma função negativa em áreas de recuperação, devido a ocupação do solo, que impede que as sementes não cheguem ao solo, e ainda assim, as poucas que germinarem terá dificuldades no crescimento em função da grande competição com a *Brachiaria decumbens*, por isso é importante o coroamento em torno das espécies existentes na área para acelerar o desenvolvimento em altura, diâmetro e área de copa dos regenerantes e possibilitar que novos propágulos se estabeleçam.

A diversidade florística mensurada pelos índices de Shannon-Weaver ( $H'$ ) e de

Equabilidade de Pielou ( $J'$ ) para as espécies do estrato regenerativo (DAP < 5 cm) foram de 2,93 e 0,83; respectivamente (Tabela 2).

**Tabela 2** - Relação dos parâmetros da vegetação para estrato arbóreo (DAP > 5 cm) e estrato regenerativo (DAP < 5 cm). N = nº de indivíduos amostrados; DA = densidade absoluta; E = nº total de espécies amostradas; F = número de famílias amostradas; H' = Índice d Diversidade de Shannon- Weaver; J' = Índice de Equabilidade de Pielou e J = Similaridade de Jaccard.

ESTRATO	N	DA	E	F	H'	J'	J
Arbóreo (DAP > 5 cm)	71	127	27	20	2,75	0,83	0,722
Regenerativo (DAP < 5 cm)	189	337	36	20	2,93	0,82	

Verifica-se que o estrato regenerativo apresentou maior diversidade florística ( $H' = 2,93$ ) que o estrato arbóreo ( $H' = 2,75$ ) indicando que a recuperação está ocorrendo por meio de uma sucessão progressiva, ou seja, com aumento do número de espécies. O que pode ter favorecido a propagação de novas espécies na área foi o desenvolvimento das mudas plantadas as quais funcionam como poleiros, além de auxiliar na produção de frutos e sementes.

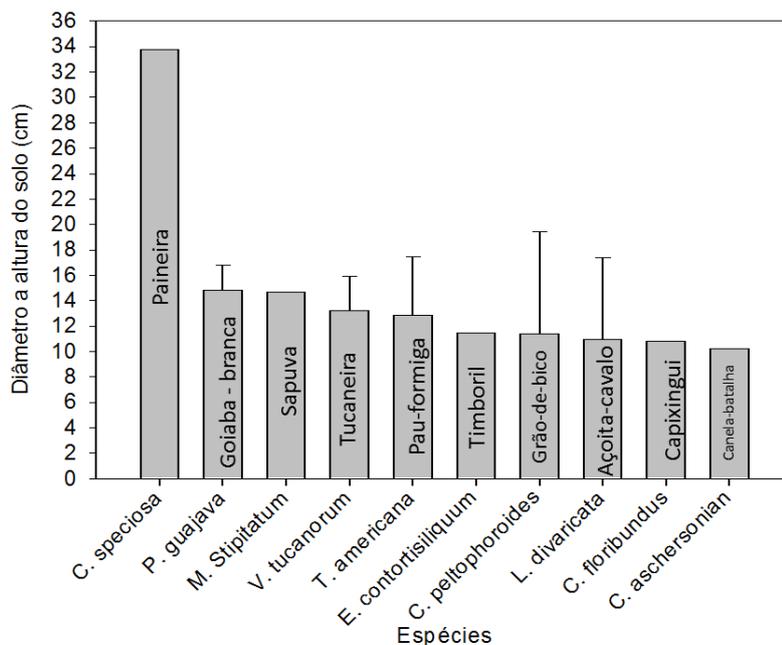
Já o índice de Equabilidade de Pielou ( $J'$ ) observado no estrato regenerativo foi inferior ao do estrato arbóreo ( $J' = 0,83$ ), o que indica que há na área espécies do estrato arbóreo que contribuem mais para a regeneração natural, como por exemplo, o bico-de-pato (*M. nycitans*) que apresenta 52 indivíduos no estrato regenerativo (Tabela2). Vale destacar que antes mesmo da recuperação da área, já havia na mesma 23 indivíduos de bico-de-pato (*M. nycitans*) no estrato arbóreo.

A similaridade florística entre o estrato arbóreo e o estrato regenerativo da nascente é considerada moderada por ter apresentado um valor do índice de Jaccard (0,722). Esses resultados indicam que está ocorrendo sucessão ecológica na área advinda de áreas adjacentes por meio da dispersão zoocórica (através de animais), visto não haver fragmentos próximos para que houvesse contribuição da chuva de sementes.

**Tabela 3** - Espécies do estrato regenerativo (DAP < 5 cm) da nascente do IFSULDEMINAS - Câmpus Inconfidentes acompanhadas de sua família; nome científico; DAS=diâmetro à altura do solo; H = altura; AC = área de copa; Ni = número de indivíduo; DAi = densidade.

Família	Nome científico	DAS(cm) Média	H(m) Média	AC (m <sup>2</sup> ) Média	Ni	Dai
Anacardiaceae	<i>Schinus terebinthifolius</i>	3,6	2,2	1,0	7	12,47
	<i>Tabebuia chrysotricha</i>	2,9	1,8	0,5	1	1,78
Bignoniaceae	<i>Jacaranda cuspidifolia</i>	7,9	1,4	1,4	3	5,34
Bombacaceae	<i>Ceiba speciosa</i>	2,9	1,7	0,0	1	1,78
Brassicaceae	<i>Crateva tapia</i>	1,6	1,3	0,4	1	1,78
Cannabaceae	<i>Celtis brasiliensis</i>	4,9	2,2	1,8	18	32,06
Cecropiaceae	<i>Cecropia hololeuca</i>	12,7	2,8	3,6	1	1,78
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i>	6,2	2,4	1,1	8	14,25
Euphorbiaceae	<i>Croton floribundus</i>	6,0	4,3	3,5	1	1,78
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana</i>	4,3	2,9	1,3	4	7,13
	<i>Machaerium nictitans</i>	3,8	2,0	0,8	52	92,63
	<i>Caesalpinia peltophoroides</i>	2,9	1,9	0,0	1	1,78
	<i>Bauhinia forficata</i>	2,7	1,5	0,5	2	3,56
	<i>Erythrina falcata</i>	2,2	0,4	0,1	1	1,78
	<i>Machaerium stipitatum</i>	4,9	2,9	1,2	4	7,13
	<i>Cedrela odorata</i>	4,8	2,4	1,0	6	10,69
	<i>Platycyamus regneilli</i>	4,6	3,0	1,3	4	7,13
	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	7,4	3,3	3,5	4	7,13
	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	2,1	1,3	0,1	3	3,34
Fabaceae	<i>Lonchocarpus cultratus</i>	7,0	3,6	5,7	1	1,78
Flacourtiaceae	<i>Casearia sylvestris</i>	4,6	2,2	1,2	7	12,47
Lauraceae	<i>Nectandra lanceolata</i>	3,8	2,5	1,3	2	3,56
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i>	4,0	2,4	0,9	2	3,56
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i>	0,4	2,0	0,8	1	1,78
Moraceae	<i>Morus nigra</i>	3,0	1,5	0,9	5	8,91
	<i>Maclura tinctoria</i>	4,7	1,9	4,3	5	8,91
Myrtaceae	<i>Psidium guajava – goiaba Branca</i>	4,1	2,5	1,9	11	19,59
	<i>Psidium guajava – goiaba vermelha</i>	7,2	1,9	0,6	10	17,81
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	1,1	1,6	1,0	3	5,34
	<i>Eugenia uniflora L.</i>	1,3	1,3	0,5	4	7,13
Phytolaccaceae	<i>Seguiera langsdorffii</i>	1,3	0,8	0,0	2	3,56
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	5,2	1,9	1,0	3	5,34
Solanaceae	<i>Solanum granuloso-leprosum</i>	4,1	2,3	1,0	5	8,91
Solanaceae	<i>Solanum paniculatum</i>	5,4	3,1	3,3	2	3,56
Verbenaceae	<i>Vochysia tucanorum</i>	3,9	2,8	1,1	4	7,13
	Total				189	337

Das 36 espécies presentes no estrato regenerativo, as dez que apresentaram melhor desenvolvimento quanto aos parâmetros silviculturais diâmetro altura do solo (DAS), altura (H) e área de copa (AC) são apresentadas nas figuras 5, 6 e 7. As espécies que se destacaram nestes três parâmetros foram capixingui (*C. floribundus*), bauva (*C. hololeuca*) e imbira-de-sapo (*L. cultratus*).

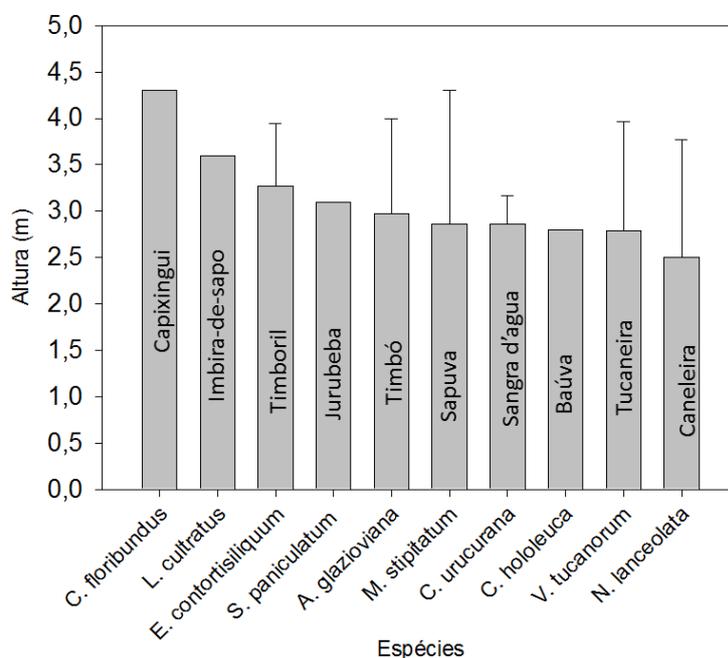


**Figura 5** - Diâmetro altura do solo (DAS) das espécies em estrato regenerativo, sendo que as colunas representam os dados médios e as barras o desvio padrão.

Quanto à altura as espécies do estrato regenerativo que mais se destacaram foram o capixingui (*C. floribundus*), embira-de-sapo (*L. cultratus*), timboril (*E. contortisiliquum*), jurubeba (*S. paniculatum* L.), timbó (*A. glazioviana*), sapuva (*M. Stipitatum*), sangra d'água (*C. urucurana*), baúva (*C. hololeuca*), tucaneira (*V. tucanorum*) e caneleira (*N. lanceolata*) (Figura 6).

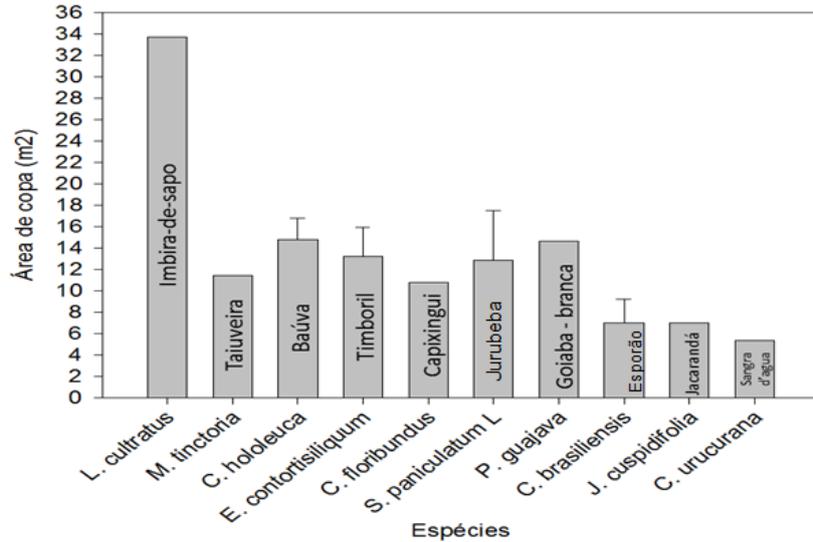
Na avaliação do desenvolvimento da altura em estrato regenerativo, as espécies como *C. floribundus* (4,3 m), *L. cultratus* (3,6 m), *E. contortisiliquum* (3,3 m), *S. paniculatum* L (3,3 m), *A. glazioviana* (3,0 m), *M. Stipitatum* (2,9m), *C. urucurana* (2,9m), *C. hololeuca* (2,8m), *V. tucanorum* (2,8m), *N. lanceolata* (2,5 m), tiveram um acréscimo significativo uma vez que Resende (2011) relata que essas espécies estão no mesmo grupo ecofisiológico (pioneiras), e isso justificam o desenvolvimento dessas espécies, e segundo Attanasio (2008) citado por Oliveira (2009) as espécies do grupo de preenchimento (pioneiras) é composto por espécies que possuem desenvolvimento bom

em altura. Os autores Knowles e Parrota (1995) citado por Morães et al, (2006) relatam que o rápido crescimento das espécies pioneiras garante um meio mais adequado à reestruturação da área.



**Figura 6** - Altura (H) das espécies em estrato regenerativo, sendo que as colunas representam os dados médios e as barras o desvio padrão.

Quanto a AC as espécies do estrato regenerativo que mais se destacaram foram Imbira-de-sapo (*L. cultratus*), taiuveira (*M. tinctoria*), Báúva (*C. hololeuca*), timboril (*E. contortisiliquum*), capixingui (*C. floribundus*), Jurubeba (*S. paniculatum* L.), goiaba branca (*P. guajava*), esporão (*C. brasiliensis*), jacarandá (*J. cuspidifolia*) e sangra d'água (*C. urucurana*) (Figura 7). Destas, as que pertencem ao grupo ecológico das pioneiras são: taiuveira, báúva, timboril, capixingui, jurubeba, goiaba branca, esporão, e sangra d'água.

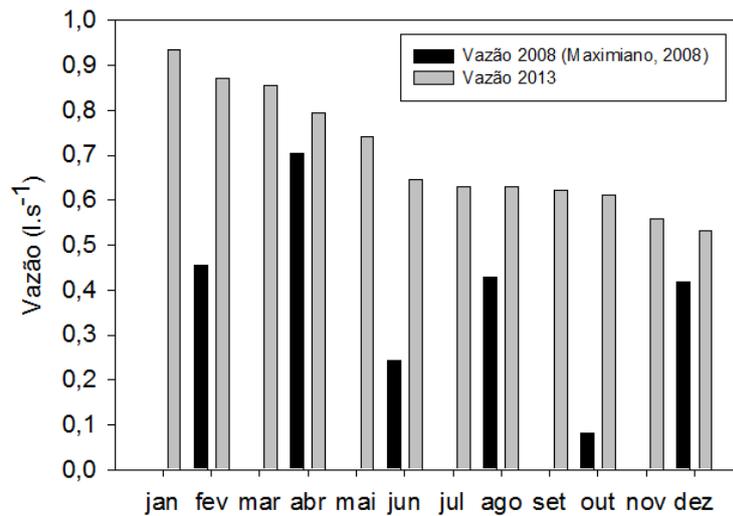


**Figura 7** - Diâmetro da área de copa (AC) das espécies em estrato regenerativo, sendo que as colunas representam os dados médios e as barras o desvio padrão.

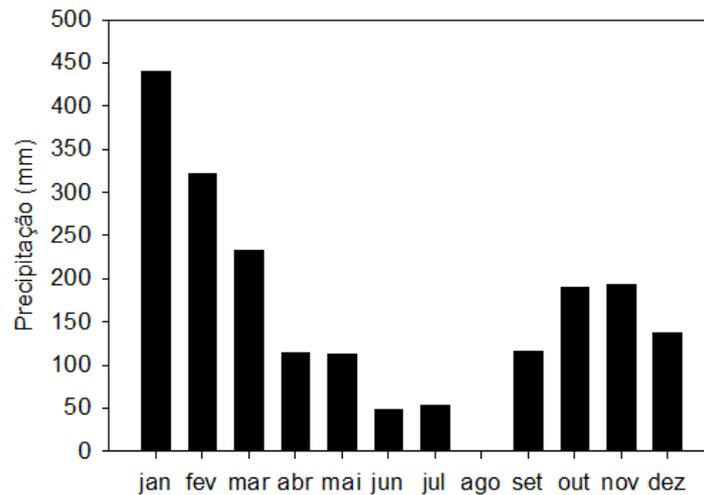
#### 4.2. Vazão

Os resultados da vazão mensurada durante o ano de 2013 obtiveram variações, como pode ser observada na figura 8. Os meses que mais se destacaram com maiores vazões foram: janeiro, fevereiro, março, abril e maio. Deve-se ressaltar que nos primeiros três meses do ano de 2013 foi um período bastante chuvoso (Figura 9), totalizando 994 mm, que em abril e maio também choveu consideravelmente, com média de 113 mm mensais. Com a precipitação do período chuvoso há maior possibilidade de infiltração e recarga dos aquíferos, possibilitando aumento da vazão.

A vazão atual da nascente apresentou aumento considerável (média de 75,18%) em todos os meses quando comparação com a vazão no ano de 2008, mensurada por Maximiano (2008) (Figura 8). Vale ressaltar que a área em 2008, possuía cobertura vegetal, mas em 2013 a área possui uma cobertura vegetal do solo muito mais eficaz, tendo aumentado o número de indivíduos de 187 para 260, auxiliando na interceptação, na diminuição do escoamento superficial e de sua velocidade e no aumento da infiltração.



**Figura 8** - Vazão da nascente no ano de 2008 e 2013.



**Figura 9** - Precipitação ao longo dos meses do ano de 2013.

Segundo Bertoni & Lombardi (1990) quando há a ocorrência de chuva em solos que há a existência de cobertura florestal, a capacidade de infiltração é maior do que em um solo desprovido da mesma, pois a água percola pelas raízes das árvores, abastecendo o lençol freático e conseqüentemente reduzindo a velocidade de escoamento e de erosão, aumentando assim a vazão da nascente. Ainda, segundo Castro (1999), a infiltração é um fator importante na conservação do solo e da água e o uso da terra exerce influência significativa sobre a infiltração, sob o ponto de vista da recarga dos lençóis e conservação das nascentes.

Portanto, os resultados da vazão da nascente em recuperação nos anos de 2008 e 2013 mostram a importância da recuperação das áreas de preservação permanente no entorno das nascentes.

## 5. CONCLUSÕES

A área da nascente em recuperação encontra-se em processo de sucessão ecológica progressivo, ou seja, com aumento do número de indivíduos (de 187 para 260) e de espécies (de 29 para 36).

As espécies que se destacaram na recuperação dessa nascente por apresentar maior AC, importante parâmetro para a recuperação de áreas degradadas por promover o rápido recobrimento do solo foram paineira (*C. speciosa*), timboril (*E. contortisiliquum*), goiaba branca (*P. guajava*), tucaneira (*V. tucanorum*), capixingui (*C. floribundus*), lixa ou pau-formiga (*T. americana L*), sapuva (*M. stipitatum*), goiaba vermelha (*P. guajava*), limãozinho (*S. guianensis*) e tamanqueira (*A. integrifolia*).

Os valores dos índices de diversidade de Shannon-Weaver ( $H'$ ) e de Equabilidade de Pielou ( $J'$ ) de 2,75 e 0,83, respectivamente, encontrados na área são considerados baixos para a fisionomia de floresta estacional semi-decidual, indicando que a área encontra-se em processo de recuperação.

O valor do índice de similaridade de Jaccard revelou que está ocorrendo entrada de propágulos na área, aumentando a biodiversidade da mesma.

A recuperação da área de preservação permanente das nascentes mostrou-se importante para o aumento da quantidade de água drenada pela mesma.

Dentre os indivíduos do estrato arbóreo ( $DAP > 5$  cm), as dez espécies que se destacaram em AC, importante parâmetro para a recuperação de áreas degradadas por promover o rápido recobrimento do solo, foram *L. cultratus*, *M. tinctoria*, *C. hololeuca*,

*E. contortisiliquum*, *C. floribundus*, *S. paniculatum*, *P. guajava*, *C. iguanea*, *J. cuspidifolia*, *C. urucuran*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, AUWDRÉIA PEREIRA. **Avaliação inicial da recuperação de mata ciliar em nascentes**. 2004. 175 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Lavras-MG: UFLA.

ATTANASIO, C. M. **Manual Técnico: Restauração e Monitoramento da Mata Ciliar e da reserva Legal para a Certificação Agrícola - Conservação da Biodiversidade na Cafeicultura**. Piracicaba, SP: Imaflora, 2008. 60 p.

BERTONI, J., LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 2 ed. São Paulo: Ícone, 1990. 355p.

BOTELHO, S. A.; DAVIDE, A. C.; PRADO, N. J. S.; FONSECA, E. M. B. **Implantação de mata ciliar**. Belo Horizonte: CEMIG/UFLA/FAEPE 1995. 28p.

BOTELHO, S.A. **Princípios e métodos silviculturais**. Lavras-MG: UFLA.2003.144p.

BRAGA, M. F. C. **Custos de diferentes técnicas e modelos de recuperação da área do aterro controlado de inconfidentes - MG**. 2013. p. 8. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) Tecnólogo em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Educação ciência e Tecnologia do Sul de Minas – Câmpus Inconfidentes, Inconfidentes, 2013.

CALHEIROS, R.O.; TABAI, F. C. V.; BOSQUILIA, S. V.; CALAMARI, M. **Preservação e Recuperação das Nascentes: de Água e de Vida**. [on line] 1ed. Piracicaba. 2004, p.21 e 53.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília – DF, Embrapa. Informação Tecnológica: Colombo – PR: Embrapa Florestas. 1º edição, v. 3, 593 p. 2002

CARVALHO, P. E. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológicas; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 1039p.

CASTRO, P.S. Bacias de cabeceiras: verdadeiras caixas d'água da natureza. **Ação Ambiental**, Viçosa, v.1, n.3, p. 9-11, dez/jan. 1999.

CASTRO, P.S.; LOPES, J.D.S. Recuperação e Conservação de Nascentes. Viçosa: **Centro de Produções Técnicas**, 2001,84p.(Série Saneamento e Meio-Ambiente, n.296)

CAVALHEIRO, A. L., J. M. D. Torezan e L. Fadelli. 2002. **Recuperação de áreas degradadas**: procurando por diversidade e funcionamento dos ecossistemas. Páginas: 213-224 em M. E. Medri, E. Bianchini, O. A. Shibatta, e J. A. Pimenta, editores. A bacia do rio Tibagi. Londrina, PR.

CRUZ, J.E. et al; **Projeto ribeirão da cachoeira em Espírito Santo do Pinhal-SP**. Ver. Ecossistema, v.27, n.1,2 jan. -dez. 2002.

DA SILVA, A. F. et al, Composição florística e grupos ecológicos das espécies de um trecho de floresta semidecídua submontana da fazenda são geraldo, VIÇOSA-MG. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.3, p.311-319, 2003.

DAVIDE, A. C.; FERREIRA, R. A.; FARIA, J. M. R.; BOTELHO, S. A. Restauração de matas ciliares. **Informe Agropecuário**, v. 21, n. 207, p. 65-74, 2000.

FERREIRA, M.J., FERREIRA, W.C., BOTELHO, S.A. Avaliação da Regeneração Natural do Entorno de uma Nascente como Estratégia para sua Recuperação. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 1, p. 573-575, jul. 2007.

GONÇALVES, J. L. de M.et al, Capacidade de absorção e eficiência nutricional de algumas espécies arbóreas tropicais. In; CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSENCIAS NATIVAS, 2., 1992, São Paulo. **Anais...** São Paulo; Instituto Florestal, 1992, p. 463-468.

GRIS, D. e TEMPONI,L.G. **Espécies secundárias de localidades do oeste do Paraná, importantes na recuperação de áreas degradadas. p. 8** 2006.

KAGEYAMA, P. & GANDARA, F. B. 2000. Recuperação de áreas ciliares. Pp. 249-269. In: Rodrigues, R. R. & Leitão Filho, H. F. (eds.). **Matas ciliares:conservação e recuperação**. EDUSP, São Paulo.

KAGEYAMA, P. E F. B. GANDARA. 2000. **Revegetação de Áreas Ciliares**. Páginas: 02-24 em R. R. Rodrigues, e H. F. Leitão-filho. **Matas Ciliares: Conservação e Recuperação**. São Paulo: Editora da USP/ FAPESP, 320 p.

KAGEYAMA, P., F. B. GANDARA, E R. E. OLIVEIRA. 2003. **Biodiversidade e restauração da floresta tropical**. Páginas: 27-48 em P. Y. Kageyama, R. E. Oliveira, L. F. D. Moraes, V. L. Engel e F. B. Gandara, editores. **Restauração Ecológica de Ecossistemas Naturais**. Botucatu, SP.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo, Editora agronomica Ceres, 1985. 492 p.

KNOWLES, O. H. & PARROTTA, J. A. Amazonian forest restoration: an innovative system for native species selection based on phenological data and field performance indices. **Commonwealth Forestry Review** v. 74, n. 3, p. 230-243. 1995.

LIMA, W. P.; ZÁKIA, M. J. B. **Hidrologia de matas ciliares**. In: Rodrigues, R. R.; Leitão Filho, H. F. ed. **Matas ciliares: conservação e recuperação**. Edusp, São Paulo. 320 p. 2000.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 1. ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 2. ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1998.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras** - manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil, Instituto Plantarum, 2002. v. 1 e 2.

MACEDO. A.C. **Revegetação matas ciliares e de proteção ambiental, São Paulo**, 1993, s.p. Governo do Estado de São Paulo. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Fundação Florestal. São Paulo, 1993.

MARTINS. S. V. **Recuperação de matas ciliares**. Editora Aprenda Fácil. Viçosa - MG, 2001.

MARTINS, S.V.; DIAS, H.C.T. Importância das Florestas para a Qualidade e Quantidade da Água. **Revista Ação Ambiental**, Viçosa-MG. Editora UFV, ano IV, n.20, 2001.

MAXIMIANO, N. A. **Avaliação do crescimento inicial de vinte e nove espécies florestais no entorno de uma nascente pontual em processo de recuperação**, 2008 p. 31- 38, Trabalho de conclusão de curso (Graduação) Tecnólogo em Gestão Ambiental, Escola Agrotécnica Federal de Inconfidentes-MG.

MELLO, F.A.F.; BRASIL SOBRINHO, M.O.C.; ARZOLLA. S.; SILVEIRA, R.I.; COBRA NETTO, A.& KIEHL, J.C. **Fertilidade do solo**. 3ª ed. Piracicaba, Nobel, 1896. 400 p.

Ministério do Meio Ambiente. **Ecologia e conservação da mata atlântica**. 2008. Acesso online. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/203/\\_arquivos/5\\_livro\\_ecologia\\_e\\_conservao\\_da\\_caatinga\\_203.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/203/_arquivos/5_livro_ecologia_e_conservao_da_caatinga_203.pdf). Acessado em 30 de novembro de 2013.

MORÃES, L. F. D; ASSUMPCÃO, J. M.; LUCHIARI, C.; PEREIRA, T. S. **Plantio de espécies arbóreas nativas para a restauração ecológica na Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil**. *Rodriguesia*, V. 57, p. 477 – 489, 2006.

MOREIRA, P. R. **Manejo do solo e recomposição da vegetação com vistas à recuperação de áreas degradadas pela extração de bauxita, Poços de Caldas, MG**. 2004. 155p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, SP.

MOSSRI, B.B. **Germinação e crescimento inicial de *Hymenaea courbaril* var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee & Lang. e *Cecropia pachystachya* Trec.: duas espécies de níveis sucessionais diferentes de mata de galeria**. 1997. 106p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Universidade de Brasília, Brasília – 1997.

MÜELLER-COMBOIS, D. e ELLENBERG, H.; 1974. **Aims and Methods of Vegetation Ecology**. New York: John Wiley & Sons.

NAPPO et al, **Reflorestamentos Mistos Com Essências Nativas Para Recomposição de Matas Ciliares**. Lavras-MG.s.d. 27p.

NAPPO, M.E. **Inventário florístico e estrutural da regeneração natural no sub-bosque de povoamentos homogêneos de Mimosa scabrella Bentham, implantados em áreas mineradas, em Poços de Caldas, Minas Gerais**. Lavras, 1999. 87 p. Dissertação (Mestrado)–Universidade Federal de Lavras.

OLIVEIRA, F. **Avaliação de diferentes métodos de regeneração na recuperação de nascentes, 2009**, Trabalho de conclusão de curso (Graduação) Tecnólogo em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul de Minas Gerais, Campus Inconfidentes-MG.

OLIVEIRA-FILHO, A. T. de; ALMEIDA, R. J.; MELLO, J. M.; GAVILANES, M. L. Estrutura fitossociológica e variáveis ambientais em um trecho da mata ciliar do córrego dos Vilas Boas, Reserva Biológica do Poço Bonito, Lavras (MG). **Revista Brasileira de Botânica**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 1, p. 67-85, jul. 1994.

PETROBRAS, **Projeto preservação do solo; 3º fascículo – fertilidade**. Rio de Janeiro, 1986. 8 p.

PINTO, L. V. A. **Caracterização física da sub-bacia do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG, e proposta de recuperação de suas nascentes**. 2003. 165 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-UFLA, Lavras, MG.

PINTO, L. V. A. ; BOTELHO, Soraya Alvarenga ; OLIVEIRA-FILHO, A. T. ; DAVIDE, Antonio Claudio. Estudo da vegetação como subsídios para propostas de recuperação das nascentes da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Cruz, Lavras, MG. **Revista ÁRVORE**, Viçosa, MG., v. 29, n.5, p. 775-794, 2005.

PIRES, M.I.G. E ROYER, M.R. **Recuperação ambiental da nascente do córrego São Miguel – Santo Antônio do Caiuá – PR. p. 3**, 2012.

RAMALHO, P. E. **Espécies arbóreas brasileiras**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003.

REIS, A. et al, Restauração de áreas degradadas : a nucleação como base para incrementar os processos sucessionais. **Natureza e conservação**, Brasil, v.1, n.1, p 28-36, abril 2003.

RESENDE, L. A. **Avaliação de métodos de regeneração artificial na recuperação de área degradada por disposição de resíduos sólidos urbanos**, 2011 p.35, Trabalho de conclusão de curso (Graduação) Tecnólogo em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul de Minas Gerais, Campus Inconfidentes-MG, 2011.

SANTARELLI, E.G. **Produção de mudas de espécies nativas para florestas ciliares.** In: Rodrigues, R.R.; Leitão Filho, H. de F. (eds) *Matas ciliares: conservação e recuperação.* São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo/ Faesp, 2001, P.313-318.

SCOLFORO, J. R.; CARVALHO, L. M. T.(Ed.). **Inventário Florestal de Minas Gerais: Floresta Estacional Decidual-Florística, Estrutura, Similaridade, Distribuição Diamétrica e de Altura, Volumetria, Tendências de Crescimento e Manejo Florestal.** Lavras: UFLA, 2008. cap. 6, p.128.

SEITZ, R. A . A regeneração natural na recuperação de áreas degradadas. In: SIMPÓSIO SUL AMERICANO,1.; SIMPÓSIO NACIONAL 2.; RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 1, Fóz de Iguazú. **Anais...** Curitiba: FUPEF, 1994. p. 103-110.

SILVA, A. M.; SHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. **Erosão e hidrossedimentologia em Bacias Hidrográficas.** São Carlos: Rima, 2003 . 138p.

SILVA, V. F. da. **Impacto do fogo na vegetação de um fragmento de floresta semidecídua no município de Ibituruna-MG.** 2002, 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SILVA, T.A.C. **Avaliação da decomposição de resíduos agrícolas na decomposição da palha de café.** 2013. TCC (Tecnologia em Gestão ambiental) – IFSULDEMINAS – Câmpus Inconfidentes. 2013.

SARMENTO, B. M. et al, Avaliação do desenvolvimento de mudas nativas em uma área paludosa, no município de Inconfidentes, MG. **Revista Agrogeoambiental,** Pouso Alegre, v. 5, n. 2, caderno I, p. 63-82, ago. 2013.

SIQUEIRA, J.O. & FRANCO, A.A. **Biotechnology do solo: fundamentos e perspectivas.** Brasília, MEC, ESALQ, FAEPE, ABEAS, 1988. 235 P.

SKORUPA, Ladislau Araújo. **Áreas de Preservação Permanente e Desenvolvimento Sustentável.** Jaguariuna: Embrapa, 2003

SMA. 2004. **Recuperação florestal: da muda a floresta.** Secretaria do Meio Ambiente. Fundação para conservação e a produção florestal do Estado de São Paulo.

SMITH, D.M. **The practice of silviculture.** 8.ed. New York: John Wiley, 1986. 527p.

SOUZA, J. S. **Análise das variações florísticas e estruturais da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua às margens do Rio Capivari, Lavras, MG.** 2001. 75 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SOUZA. A.P. **Comportamento de 12 espécies arbóreas em recuperação de área degradada pela extração.** 2000. 91p. Dissertação ( Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Lavras.

VAN den BERG, E. **Estudo florístico e fitossociológico de uma floresta ripária em Itutinga - MG, e análise das correlações entre variáveis ambientais e a distribuição**

**das espécies de porte arbóreo-arbustivo.** 1995. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

VILELA, D. F. **Estratégias para a recuperação da vegetação no entorno de nascentes,** 2006. 65 f. Dissertação (Engenharia Florestal- Manejo Ambiental) - Lavras: UFLA, 2006.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios.** 7. Ed. Belo Horizonte, MG: Ed. Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. 588p.