



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO  
PARANÁ – UNIOESTE  
CAMPUS – MARECHAL CÂNDIDO RONDON  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRARIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
AGRONOMIA  
NÍVEL MESTRADO

VANESSA DECKER

**AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA NA GERMINAÇÃO E NO  
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE LEUCENA (*Leucaena leucocephala*  
(Lam) de Wit.)**

MARECHAL CÂNDIDO RONDON – PR

2008

**VANESSA DECKER**

**AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA NA GERMINAÇÃO E NO  
DESENVOLVIMENTO INICIAL DE LEUCENA (*Leucaena leucocephala*  
(Lam) de Wit.)**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Agronomia – Nível Mestrado, para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

**ORIENTADOR: PROF. Dr. ÉLCIO  
SILVÉRIO KLOSOWSKI**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON – PR**

**2008**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado a vida, saúde e sabedoria.

Ao Professor Dr. Élcio Silvério Klosowski, pela orientação neste trabalho. Pessoa esta, muito importante, pois me ensinou muito.

Ao Professor PhD. Ubirajara Contro Malavasi, por ser o idealizador deste experimento.

Aos professores doutores Cláudio Yuji Tsutsumi, Eurides Kuster Macedo Junior e Rodrigo de Almeida Teixeira, pela ajuda na análise estatística.

Ao professor Dr. Odair José Kuhn, por me repassar e ensinar o programa Quant, para as análises de área foliar.

Ao senhor Laércio e sua equipe, da empresa do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Marechal Cândido Rondon, pela colaboração em ceder a Área de Preservação Ambiental e de Captação 1, para a realização deste trabalho.

A meu pai Antônio Decker, primeiramente por me dar a vida e por sempre me ajudar nos meus estudos e por ser parceiro no experimento. O mesmo vai para a minha mãe Maria I. B. Decker, acrescentando seu apoio materno incansável.

Aos meus amigos Alexandre Nunes e Marcos Borth, pela colaboração na realização do experimento.

Aos funcionários do N.E.E da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, pela ajuda na instalação do experimento.

Aos meus irmãos, cunhados e cunhadas (Adriano e Lovani; Elaine e Carlos; Elenice e Jorge) que todos os momentos acompanhavam o meu trabalho.

Ao meu namorado e aos meus amigos que de uma forma ou outra contribuíram para esta realização.

“Vivimos en tiempos de crisis, turbulências, entropias, necrosis y catástrofes, en campos de la materia, la vida y la humanidad. Estamos en un mundo marcado por la incertidumbre. Vivimos la crisis de un sistema. Los neoliberales insisten en aplicar políticas que han devastado la naturaleza y empobrecido a los habitantes de la Tierra. El resultado es suicida. Los especialistas en medio ambiente, biosfera y ecosistema, encuentran un silencio dramático entre los encargos de preservar el planeta.”

**Antonio Elizalde Hevia – Congresso Ibero – Americano de EA**

## SUMÁRIO

	<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	6
	<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	8
	<b>RESUMO.....</b>	9
	<b>ABSTRACT.....</b>	10
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	11
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	13
2.1	DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE.....	13
2.2	PAPEL DA LEUCENA COMO ALTERNATIVA DE SUSTENTABILIDADE.....	15
2.3	DESENVOLVIMENTO INICIAL DA LEUCENA.....	17
2.4	NECESSIDADES AMBIENTAIS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS.....	18
2.4.1	Efeito da Luminosidade Sobre a Produção de Mudas Florestais.....	19
2.4.2	Efeito da Temperatura Sobre a Produção de Mudas Florestais.....	23
2.4.3	Efeito da Água Sobre a Produção de Mudas Florestais.....	24
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	26
3.1	LOCAL DO EXPERIMENTO.....	26
3.2	IRRADIÂNCIA SOLAR GLOBAL.....	27
3.3	DETERMINAÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA.....	27
3.4	ELEMENTOS METEOROLÓGICOS.....	29
3.5	CONDUÇÃO DAS MUDAS.....	30
3.5.1	Coleta de Sementes.....	30
3.5.2	Análise do Solo.....	31
3.5.3	Quebra de Dormência.....	32
3.5.4	Semeadura.....	32
3.5.5	Regas.....	32
3.5.6	Desbaste.....	33
3.6	ANÁLISE DE CRESCIMENTO.....	34
3.6.1	Índice de Velocidade de Emergência.....	34
3.6.2	Parâmetros Biométricos.....	34
3.7	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	35
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	37
4.1	DADOS METEOROLÓGICOS.....	37
4.2	COMPARAÇÃO DOS DADOS DA INTENSIDADE LUMINOSA COM A RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL.....	39
4.3	PARÂMETROS BIOMÉTRICOS.....	41
4.3.1	Relação do Diâmetro do Caule e Altura da Planta Com a Intensidade Luminosa.....	42

4.3.2	Relação do Comprimento da Raiz e Massa Seca da Raiz com a Intensidade Luminosa.....	44
4.3.3	Relação do Número de Folhas, Área Foliar e Massa Seca da Folha Com a Intensidade Luminosa.....	46
4.3.4	Relação da Massa Seca do Caule Com a Intensidade Luminosa.....	49
4.3.5	Relação do Índice de Velocidade de Emergência Com a Intensidade Luminosa.....	50
4.4	CORRELAÇÕES DE PEARSON.....	52
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>55</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>56</b>
<b>7</b>	<b>APÊNDICES.....</b>	<b>60</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Histograma de classes para as diferentes intensidades luminosas observadas na área de captação 1 do SAAE-MCR na data de 18/04/2007.....	28
Figura 2	Valores diários de temperatura máxima e mínima observados na área de Captação 1 do SAAE, de Marechal Cândido Rondon, no período de 11/09 a 06/11/07.....	38
Figura 3	Índices pluviométricos diários observados na Área de Captação 1 do SAAE, de Marechal Cândido Rondon, no período de 11/09 a 06/11/2007.....	39
Figura 4	Relação entre o diâmetro médio do caule da leucena com a intensidade luminosa.....	42
Figura 5	Relação entre a altura média da leucena com a intensidade luminosa.....	43
Figura 6	Relação entre o comprimento médio da raiz da leucena com a intensidade luminosa.....	45
Figura 7	Relação entre a massa seca média da raiz da leucena com a intensidade luminosa.....	46
Figura 8	Relação entre o número médio de folhas da leucena com a Intensidade Luminosa.....	47
Figura 9	Relação entre a área foliar média da leucena com a intensidade luminosa.....	47
Figura 10	Relação entre a massa seca média da folha de leucena com a intensidade luminosa.....	48
Figura 11	Relação entre a massa seca média do caule da leucena com a intensidade luminosa.....	50
Figura 12	Relação da porcentagem média do índice de velocidade de emergência da leucena com a intensidade luminosa.....	51

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Valores das intensidades luminosas captadas de acordo com a localização dos pontos de observação na Área de Captação 1 do SAAE – MCR na data de 18/04/2007.....	27
Tabela 2	Pontos de observação (PO) e suas respectivas intensidades luminosas (IL), correspondendo aos tratamentos utilizados para a avaliação do desenvolvimento inicial da leucena em ambiente natural.....	29
Tabela 3	Análise química do solo coletado da Fazenda Experimental Professor Doutor Antonio Carlos dos Santos Pessoa da Universidade Estadual do Oeste do Paraná de Marechal Cândido Rondon, referente a uma amostra.....	31
Tabela 4	Valores de intensidade luminosa (IL) em Lux e em $Wm^{-2}$ e da relação IL/RG na Área de Captação 1 do SAAE-MCR no dia 18/04/2007.....	40
Tabela 5	Quadrados médios e nível de significância da análise de variância para o Diâmetro do caule (DC), comprimento da raiz (CR), altura da planta (AP), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da raiz (MSR), massa seca do caule (MSC), massa seca da folha (MSF) e o Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em plantas de leucena.....	41
Tabela 6	Coefficientes de correlações de Pearson entre parâmetros biométricos, IVE e IL, para mudas de leucena produzidas na Área de Captação 1 so SAAE - MCR.....	52

# AVALIAÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA NA GERMINAÇÃO E NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE LEUCENA (*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit.)

## RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes intensidades luminosas, proporcionadas por sombreamento natural em área de preservação permanente, no desenvolvimento inicial de mudas de leucena. O experimento foi conduzido na área de Captação 1 do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Marechal Cândido Rondon – PR, no período de 11 de setembro a 20 de novembro de 2007. As sementes, coletadas de árvores matrizes provenientes de um distrito de Toledo de Toledo – PR foram submetidas a quebra de dormência com água a 80°C e semeadas em número de dez por vaso. Os vasos foram distribuídos na área obedecendo a um delineamento inteiramente ao acaso com 13 tratamentos correspondentes às intensidades luminosas e 10 repetições (vasos), totalizando 130 vasos. Após 10 e 20 dias da semeadura foram realizados desbastes, deixando-se 5 e 2 plântulas por vaso, respectivamente. Sessenta dias após a semeadura, as mudas foram coletadas para avaliações biométricas como: diâmetro do caule, altura da planta, número de folhas, área foliar, Massa seca da raiz, caule e folha, além do Índice de Velocidade de Emergência. Os dados foram analisados por meio de análise de variância seguida de teste F e análise de regressão. Os resultados da análise demonstraram existir uma relação polinomial de quarta ordem dos parâmetros biométricos com a intensidade luminosa, em que a resposta da leucena foi mais significativa para intensidades iguais a 643 e 2273Lux. A resposta para menor intensidade luminosa parece demonstrar ser a espécie, secundária e invasora. A resposta para 2273Lux reforça a informação de que é uma espécie que também pode ser considerada pioneira e tolerante ao sol.

**Palavras-chaves:** germinação, leucena, regressão polinomial, intensidade luminosa.

EVALUATE THE EFFECTS OF LIGHT INTENSITIES UPON THE GERMINATION AND INITIAL DEVELOPMENT OF LEUCENA (*Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit.)

**ABSTRACT**

The study objective was to evaluate the effects of light intensities upon the initial development of *Leucaena leucocephala* seedlings. The study was conducted inside a preservation area around a drinking water well used to supply Marechal Cândido Rondon residents from September, 11<sup>st</sup> to November, 20<sup>st</sup>. Seeds collected from mature leucaena trees located on adjacent county (Toledo) were scarified and sown in vases. The vases were distributed in the area obeying a entirely randomized design with 13 light intensities (treatments) and 10 replications (vases) totalizing 130 vases. Five and two seedlings per vase were left after thinning executed 10 and 20 daysafter sowing, respectively. Sixty days after the sowing, seedlings were collected for measurements of stem diameter, plant height, number and area of leaves, as well as root, stem and leaves biomasses. Results indicated to exist a polynomial relationship of fourth order between biometric parametersand light intensity; highest significances were calculated for intensities of 643 and 2273 Lux indicating that leucaena can be considered pioneering and tolerant to direct sunlight.

**Key-words:** germination, leucena, polynomial regression, luminous intensity

## 1 INTRODUÇÃO

Em decorrência da destruição de florestas tropicais, o interesse em estudos sobre estes ecossistemas tem crescido, principalmente em se tratando de sucessão ecológica, a qual contribui para o entendimento de adaptação de espécies florestais ao ambiente.

Algumas espécies têm potencial para alterar sistemas naturais, estando ligada à capacidade das plantas de se naturalizarem, apresentando características que promovam maior disseminação, como o alto poder de dispersão de sementes e de germinação, rebrota, períodos longos de floração e frutificação e capacidade de sobreviverem em ambientes degradados ou florestas já existentes.

Dentre as espécies florestais que vêm sendo estudadas quanto a sua adaptação a novos ambientes, está a leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit), muito utilizada em reflorestamentos. A leucena tem capacidade de tolerar diferentes tipos de solo, apresentando boa fixação de nitrogênio, crescimento rápido com maturação precoce e fácil adaptação a diferentes condições climáticas. Do ponto de vista econômico, pode ser utilizada na nutrição de animais devido as suas propriedades e palatibilidade, emprego na produção de carvão, dentre outras aplicações (PARROTTA, 1992).

A compreensão do desenvolvimento de plantas dentro de uma floresta é importante, pois o comportamento da espécie em relação à quantidade de energia luminosa que necessitará para se desenvolver é variável. O fluxo de energia irradiado pelo sol age diretamente na produção da fotossíntese, desempenhando um papel como regulador na vida

dos vegetais, sendo consideradas, portanto, mais ou menos tolerantes a altas intensidades luminosas (MACIEL et al. 2002).

Considerando que as condições climáticas proporcionadas pelos diferentes tipos de ecossistemas são as mais variadas possíveis e, nestes ambientes florestais, a intensidade luminosa é um dos elementos que apresenta a maior variabilidade, torna-se um fator limitante. Quanto a quantidade de luz, verifica-se ainda, que as espécies florestais apresentam necessidades distintas para o seu desenvolvimento.

A intensidade luminosa observada na interior de uma floresta pode ser, então, um fator limitante para certas espécies se adaptarem às condições que o ambiente oferece. Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes intensidades luminosas proporcionadas pelo sombreamento natural de floresta em área de preservação, na germinação e desenvolvimento inicial da *Leucaena leucocephalia* (Lam.) de Wit.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 DESCRIÇÃO DA ESPÉCIE

A *Leucaena leucocephala* (lam.) de wit é uma planta arbórea pertencente à família Fabaceae (Mimosóidea) (Lorenzi et al. 2003). Esta planta originária da América Central está presente em regiões tropicais de todo o mundo, tendo sido melhorada e domesticada na Austrália e chegou ao Brasil no século xx. Esta espécie apresenta ainda, a vantagem de ter um cultivo de baixo custo, fácil produção e alto rendimento de massa verde (BARTH, 2005).

A leucena apresenta raiz pivotante muito bem desenvolvida e profunda. No seu sistema radicial lateral de ampla distribuição, ocorre a associação simbiótica com bactérias fixadoras de nitrogênio principalmente em solos férteis e bem drenados (PARROTTA, 1992).

As folhas são compostas, alternas, bipinadas, com até 20 cm de comprimento, com 4 a 10 pares de pinas, e folíolos de 7 a 15 cm de comprimento e 3 ou 4 cm de largura (EMBRAPA, 2008).

Segundo Pedroche (1994), a floração e a frutificação ocorrem ao longo do ano, dependendo dos totais de precipitação e da disponibilidade de água.

As flores são alógamas, apresentam coloração branca ou amarela, dispostas em inflorescências capituladas esféricas ou ligeiramente elípticas de 2 cm de diâmetro (LORENZI et al. 2005).

O fruto é um legume de coloração castanha quando maduro, cujo comprimento varia de 10 a 15 cm e 2 cm de largura, podendo ser encontrados até 20 frutos por inflorescência. Em seu interior estão as sementes em forma de gota, com aproximadamente 6 mm de comprimento, com certa durabilidade o que auxilia em sua dispersão a qual se dá a curtas e longas distâncias de forma biótica ou abiótica (LORENZI et al. 2003).

A quantidade de sementes varia de 15 a 28 mil por quilograma. O seu tamanho não influencia na germinação, mas as que apresentam um porte maior tendem a produzirem mudas mais vigorosas, quando possuem mesmo tamanho, tendem a produzir mudas mais uniformes (DRUMOND, 2001).

As sementes desta espécie são pequenas e produzidas em grande quantidade, e por encontrar no Brasil um ambiente propício ao seu desenvolvimento e reprodução, favoreceu sua dispersão e invasão, sendo considerada uma planta exótica e invasora (DALMOLIN, 2005).

Por serem conhecidas mais de 100 variedades, a leucena foi dividida em três tipos que são: Havaiano (até 5 m de altura, mais arbustiva), Salvadorenho (até 20 m de altura, mais lenhosa) e Peruano (até 15 m de altura, mais ramificada e com mais folhas) (EMBRAPA, 2008).

Segundo Barth (2005), através de avaliações fitofisionômicas descritas e comparadas, os exemplares introduzidos na região oeste do Paraná são do grupo Peruano. Este grupo

apresenta como características: frutificação em abundância a qual ocorre regularmente até duas vezes por ano, geralmente nos meses de abril a junho e julho a agosto, além de apresentar uma grande capacidade de rebrota.

Segundo Abbas et al., (2001) a leucena tem capacidade para tolerar a radiação solar direta, diferentes tipos de solo com pH entre 4,3 a 8,7 e pode fixar 500 kg de nitrogênio por hectare.

Uma outra característica importante da leucena é a presença da mimosina, um aminoácido encontrado principalmente nas folhas, consumido por ruminantes numa proporção de quase 50% de sua massa verde do alimento diário, onde a concentração gira em torno de 3 a 5%. Age no organismo provocando dentre outros sintomas, a perda de pêlos e peso além de salivação excessiva (LIMA & EVANGELISTA, 2008).

## 2.2 A LEUCENA COMO ALTERNATIVA DE SUSTENTABILIDADE

A leucena por ser considerada uma planta exótica e invasora é alvo de muitos estudos principalmente por apresentar características tais como, desenvolvimento rápido, tolerância a diferentes tipos de solo e clima e pelo seu porte e palatibilidade, o que a torna uma espécie florestal de valor comercial, quando bem empregada, e uma alternativa para a sustentabilidade silvopastoril.

Alguns autores já estudaram o seu comportamento em diversos experimentos, sendo atribuídas diferentes funções. Abbas et al. (2001) utilizaram como árvore fixadora de

nitrogênio em atividades silvopastoris, contribuindo assim para a sustentabilidade deste sistema. Os resultados obtidos por estes autores mostraram que a leucena e sesbania (*Sesbania sesban*) associadas com gramíneas em regiões semi-áridas contribuem para o melhor desenvolvimento das gramíneas favorecendo o aumento da produção de alimento para ruminantes.

Vieira et al. (2007) avaliaram o uso de leucena como pastagem direta no campo, servindo de alimento para os ruminantes, utilizando-se do sistema silvipastoril multivariado, que apresentou bom resultados no Agreste de Pernambuco.

Em se tratando da alimentação de ruminantes, a leucena tornou-se promissora por apresentar grande quantidade de proteínas, podendo ser comparada à alfafa, principalmente por manter-se sempre verde, apresentando grandes teores de  $\beta$ -caroteno. O sistema radicular profundo permite a absorção de maior quantidade de água, além de contribuir para a ciclagem de nutrientes (LIMA & EVANGELISTA, 2008).

De acordo com Drumond (2001), a utilização de leucena promoveu melhora na fertilidade dos solos, por realizar simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*, chegando a fixar nitrogênio em até  $400 \text{ kg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  e auxiliando na utilização do fósforo por meio de fungos do gênero *Mycorrhizae*.

Do ponto de vista da obtenção de madeira, Drumond (2001), afirma que as variedades como a K8 e K72, apresentam densidade básica de aproximadamente  $620 \text{ kg m}^{-3}$ , sendo, inclusive superior a do *Eucalyptus urophylla* que tem  $540 \text{ kg m}^{-3}$ .

### 2.3 DESENVOLVIMENTO INICIAL DA LEUCENA

A propagação da leucena pode ser por meio de sementes ou vegetativamente e quando semeada, a profundidade não deve ultrapassar as 2 cm. A germinação é epígea, desenvolvendo-se acima do solo (PARROTTA, 1992).

Algumas condições ambientais, como água, temperatura e luz, agem diretamente no desenvolvimento inicial de plantas. A quantidade de água no solo ou substrato deve ser suficiente para manter o processo de embebição da semente e desenvolvimento inicial da plântula. A temperatura do solo tem efeito direto na percentagem e uniformidade da germinação. A luminosidade atenua problemas causados pelo baixo potencial de água no solo e o efeito de temperaturas muito altas (MARCOS FILHO, 2005).

De acordo com o mesmo autor algumas espécies florestais podem, ainda, produzir sementes com tegumentos espessos, principalmente as leguminosas, de forma a promoverem certo tipo de dormência. A semente permanece em repouso até encontrar um ambiente favorável que proporcione o início das atividades metabólicas, sintéticas ou morfogenéticas, fundamentais para o desenvolvimento da germinação.

Segundo Teles et al. (2000), a leucena apresenta impermeabilidade à água, sendo considerada uma semente dura, havendo a necessidade da utilização de algum método de quebra de dormência. A quebra de dormência destas sementes, pode ser de forma térmica, química, elétrica, pressão, abrasão ou armazenamento sendo que a imersão das sementes em água a 80°C por 5 minutos proporcionou maior porcentagem de emergência com 95%, sendo um método de fácil manuseio.

Souza et al. (2007) verificaram que a imersão de sementes de *Leucaena diversifolia* em água em ebulição por 1 minuto foi eficaz na quebra de dormência promovendo germinação em torno de 60%, sendo um método viável por ser de fácil aplicação e baixo custo, quando comparado, ao método do H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Entretanto, os testes de quebra de dormência realizados pela EMBRAPA (2006), demonstraram que quando utilizado o método de escarificação mecânica, houve 100% de germinação das sementes de leucena quando comparado ao método de imersão em água fervente, a 10 minutos, para o qual se observou apenas 40% de germinação.

#### 2.4 NECESSIDADES AMBIENTAIS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS FLORESTAIS

A recuperação de ecossistemas tropicais empregando a silvicultura tem se deparado com alguns problemas provocados por fatores ambientais, que podem afetar esta atividade. Dentre estes fatores podem-se citar os de ordem abiótica e biótica. Os fatores de ordem abiótica incluem luz, temperatura, qualidade do solo (nutrientes, umidade), quantidade de CO<sub>2</sub>, e os de ordem biótica compreendem o tamanho das sementes, micorrizas, predadores e parasitas (KHURANA & SINGH, 2001).

Outros fatores que também podem exercer efeito sobre a atividade podem ser os de ordem genética bem como aqueles derivados das práticas inadequadas de manejo das mudas (FONSECA et al. 2002).

Os fatores ambientais atuam diretamente sobre a planta, sendo a luz fundamental como fonte direta de energia para o seu desenvolvimento. Assim como a temperatura, água e condições edáficas são importantes para o desenvolvimento inicial e cada espécie

apresenta uma exigência diferente em relação á disponibilidade destes fatores (PORTELA et al. 2001).

A quantidade de radiação solar incidente no interior de uma floresta pode variar de 0,4 a 3,8% daquela observada em exposição plena ao sol (CHAZDON & FETCHER, 1984 citado por SOUZA, 1996).

#### 2.4.1 Efeito da Luminosidade Sobre a Produção de Mudanças Florestais

Quanto à luz, algumas espécies vegetais têm capacidade de se desenvolverem em sombreamento por possuírem mecanismos fotossintéticos melhor adaptados a tais condições (tolerantes), enquanto que outras, só conseguem se desenvolver em locais de alta intensidade luminosa (intolerantes ou heliófilas) (PORTELA et al. 2001).

Segundo Pereira et al. (2002) a produtividade biológica de espécies florestais é, portanto, determinada por sua habilidade em capturar e transformar a radiação solar e depende, dentre outros fatores, do tamanho e geometria da planta, distribuição horizontal na área, cor, tamanho e orientação das folhas, distribuição vertical da folhagem e ângulo de incidência dos raios solares.

Os fatores acima citados podem provocar variações na quantidade de radiação solar refletida, absorvida ou transmitida por uma cobertura vegetal. As radiações absorvida e transmitida participam efetivamente dos processos biológicos. Na faixa de comprimentos de

onda entre 400 e 700 nm, radiação fotossinteticamente ativa, a absorção pela vegetação é maior que 80%, caindo abruptamente na faixa do infravermelho (PEREIRA et al. 2002).

A condição de sombreamento natural tem sido simulada por diversos autores empregando sombreamento artificial e utilizando materiais como sombrite, plástico, ripados, dentre outros, para testar, em diferentes espécies florestais, a tolerância ou não a radiação solar.

O uso de telas ou outros materiais para simular um sombreamento natural tem se intensificado devido à dificuldade de se obter resultados em ambientes naturais. A utilização de ambientes protegidos com plásticos ou com telados controlam a temperatura, diminuem a incidência de radiação solar, melhorando, desta forma, a qualidade do ambiente para a produção (FONSECA et al. 2002).

Portela et al. (2001) avaliaram o crescimento inicial de mudas de *Clitoria fairchildiana* Howard (sombreiro) e *Peltophorum dubiun* (Spreng) Taub (canafístula) em diferentes condições de sombreamento artificial (0%, 30%, 50% e 75%) em viveiro. Para o sombreiro a produção de mudas foi melhor a 30% de sombreamento, enquanto que, para a canafístula, qualquer condição de sombreamento foi adequada para a produção de mudas.

Moraes de Jesus et al. (1987) testaram o efeito do tamanho do recipiente, tipo do substrato e o sombreamento na produção de mudas de Louro (*Cordia trichotona* (Vell) Arrab.) e de Gonçalves – Alves (*Astronium fraxinifolium* Schott). O sombreamento em ambas as espécies resultou em maior crescimento em altura. As mudas de louro produzidas sob luz plena tiveram maior crescimento em altura à medida que se empregou recipiente de maior tamanho quando comparadas às mudas de Gonçalves - Alves.

Scalon et al. (2001) testaram o efeito do sombreamento artificial a 50 e 70% comparado à condição de exposição a pleno sol sobre germinação e crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.). As mudas produzidas a sol pleno apresentaram maior altura, diâmetro do coleto, massa de matéria seca e área foliar, comparadas aos dois outros tipos de sombreamento.

Felfili et al. (1999) testaram o comportamento de desenvolvimento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. Var. *rubiginosum* (Tul.) Benth em viveiro sob diferentes níveis de sombreamento. As condições de área degradada (sol pleno), clareira (50% de sombreamento), dossel de mata em fase de fechamento (70% de sombreamento) e dossel fechado (90% de sombreamento) foram testadas. Os parâmetros empregados para avaliar o crescimento foram altura, número de folhas e folíolos e matéria seca. Os resultados obtidos indicam que a 50% e a pleno sol a planta se desenvolve melhor, sendo esta espécie considerada pioneira e adequada para o plantio em clareiras e áreas degradadas.

Fonseca et al. (2002) avaliaram os padrões de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume. produzidas, alternando-se diversos períodos a pleno sol e de 48% de sombreamento. As mudas submetidas a períodos de sombreamento maiores, tiveram maior altura e maior área foliar, porém menor qualidade devido ao reduzido diâmetro do coleto, massa seca da raiz e índice de qualidade de Dickson. A partir dos 120 dias de idade, as mudas que apresentavam as melhores condições para plantio, foram aquelas produzidas sob 45 e 60 dias de sombreamento.

Com o objetivo de avaliar espécies florestais potenciais para restauração de áreas ripárias, Almeida et al. (2005) produziram mudas de *Jacaranda puberula* Cham. em viveiros,

com diferentes condições de sombreamento. As mudas a sol pleno apresentaram alto índice de mortalidade, sendo a condição propícia para a produção, àquela encontrada para sombreamento artificial de 30% e 50%.

Egare & Jones (1977) estudando o efeito de proteção solar em estufa de vidro e o efeito de adubação nitrogenada no crescimento de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham, verificaram que o crescimento a pleno sol foi maior e a quantidade de nitrogênio aplicada não afetou significativamente no desenvolvimento das plantas.

Souza Filho (2000) verificou que sementes de leucena germinaram acima de 70% em qualquer condição de luminosidade, ou seja, aparentemente a germinação não está associada ao fator quantidade de luz, podendo as mesmas germinar tanto na presença quanto na ausência de luz.

Para Parrotta (1992), a leucena desenvolve-se melhor em condição de pleno sol ou com sombreamento moderado. Sob condições de baixa intensidade luminosa como em sub-bosques, o crescimento fica suprimido, contudo algumas plantas podem se desenvolver de forma mais lenta e assim que alguma condição de clareira surgir, tendem a aumentar seu crescimento.

#### 2.4.2 Efeito da Temperatura Sobre a Produção de Mudas Florestais

Um outro fator que exerce influência sobre a produtividade vegetal é a temperatura do ar, estando relacionada com o crescimento e desenvolvimento das plantas, devido ao seu

efeito na velocidade das reações químicas e dos processos internos de transporte. As espécies ou variedades são tolerantes a determinados níveis de temperatura (limite térmico) para que o seu crescimento e desenvolvimento ocorram adequadamente (PEREIRA et al., 2002).

O efeito do estresse ambiental proporcionado pelas variações de temperatura, ainda não são bem conhecidos. O processo metabólico fica prejudicado apresentando uma redução linear quando a planta é submetida a temperaturas inferiores a 22°C, tanto para gramíneas como para leguminosas (MARCOS FILHO, 2005).

Em ambiente natural, Souza (1996), testando a germinação, crescimento, atividade fotossintética e a translocação do carbono de *Solanum granuloso-leprosu*, *Trema micranthra*, *Cecropia glazioui*, *Croton priscus*, *Bauhinia fortificata*, *Senna macranthara*, *Schizolobium parahiba*, *Piptademia gonoacantha*, *Pseudobombax grandiflorum*, *Chorisia speciosa*, *Ficus guaranitica*, *Esenbeckia leiocarpa*, *Pachystroma longifolium*, *Miroxylum peruiferum* e *Hymenaea courbaril*. Estas 15 espécies florestais são consideradas pioneiras e fotoblásticas positivas. Neste caso, o sombreamento natural existente no interior da mata, com baixa densidade de fluxo de fótons e baixas razões vermelho/vermelho-extremo (656 a 664nm e 726 a 734nm, respectivamente), promoveu a germinação de todas as espécies.

Pacheco et al. (2006), testando temperatura e substrato em sementes de *Myracrodruon urundueva* (Aroeira-do-sertão), obtiveram resultados satisfatórios na germinação quando em temperaturas de 25 e 27 °C.

Para a leucena, Parrotta (1992) apresenta como temperaturas ótimas para o desenvolvimento inicial, aquelas no intervalo de 20 a 30°C.

Cavalcante & Perez (1995) avaliaram o efeito da temperatura proporcionada por câmara climática (com precisão de  $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ ) na germinação de sementes de leucena e verificaram que o melhor desempenho foi encontrado quando as sementes eram submetidas a faixas em torno de  $30^{\circ}\text{C}$ , com tolerância para temperaturas mínimas de até  $10^{\circ}\text{C}$  e de máxima de até  $45^{\circ}\text{C}$ . As sementes secas quando embebidas por 12 horas a  $50^{\circ}\text{C}$  tornaram-se inviáveis para a germinação.

Oliveira & Medeiros Filho (2007) afirmam que a alternância de temperatura de  $25$  a  $35^{\circ}\text{C}$  beneficia a rápida germinação de sementes de leucena.

#### 2.4.4 Efeito da Água Sobre a Produção de Mudanças Florestais

As plantas estão continuamente perdendo água para o ambiente e para sobreviverem, retiram água do solo. Em ambiente vegetado, a precipitação para a manutenção deste balanço hídrico é igual a quantidade de água que penetra no solo. Em substrato vegetal, esta quantidade é bastante variável, devido a interceptação pelas árvores (LARCHER, 2000).

As sementes para geminarem de forma uniforme e gerarem plântulas com um bom vigor, precisam receber uma quantidade de água ou umidade adequadas, variando de espécie para espécie (MARCOS FILHO, 2005).

Juhany & Aref (1999), submeteram mudas de leucena, cultivadas em ambiente protegido a diferentes níveis de estresse hídrico. As regas foram realizadas com intervalos de 10 a 15 dias e a testemunha recebeu regas diárias. Os resultados obtidos demonstraram

que o estresse hídrico para leucena afetou principalmente o diâmetro do caule, a altura da planta, a massa seca da raiz e a área foliar. Segundo os autores, o resultado pode estar relacionado a uma adaptação para diminuir a perda de água. Em se tratando das raízes, estas tiveram um aumento de crescimento, relacionado a busca de água quando submetida ao estresse hídrico.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido na Área de Preservação Ambiental da Área de Captação 1 do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Marechal Cândido Rondon (SAAE - MCR), localizada na confluência das Avenidas Rio Grande do Sul e Irio Jacob Welp (Apêndice 1).

O município de Marechal Cândido Rondon está localizado na região Oeste do Estado do Paraná e apresenta uma área de 8.460,510 km<sup>2</sup>, com altitude média de 420 metros, latitude 24°33'40''S e longitude 54°04'00''W. De acordo com EMBRAPA (2006) o solo predominante é do tipo latossolo vermelho eutroférico.

O clima local, classificado segundo Köppen, é do tipo Cfa, subtropical com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões quentes. As temperaturas médias do trimestre mais frio variam entre 17 e 18 °C, do trimestre mais quente entre 28 e 29 °C e a anual entre 22 e 23 °C. Os totais anuais médios normais de precipitação pluvial para a região variam entre 1600 e 1800 mm, com o trimestre mais chuvoso (dezembro a fevereiro) apresentando totais variando entre 400 e 500 mm (IAPAR, 2008).

### 3.2 IRRADIÂNCIA SOLAR GLOBAL

A irradiância Solar Global foi medida na Estação Climatológica Automática de Marechal Cândido Rondon, localizada na latitude 24°19' S e longitude 54°01' W com altitude de 392 m. O aparelho utilizado para as medidas foi o piranômetro da marca KIPP & ZONEN modelo CM6B de 1° classe, resposta espectral de 305 a 2800nm e resolução  $< \pm 1$   $Wm^{-2}$ .

### 3.3 DETERMINAÇÃO DA INTENSIDADE LUMINOSA

As intensidades luminosas no interior da área de preservação permanente da Captação 1 do SAAE-MCR foram medidas por meio de um luxímetro da marca Instrutherm modelo LD 205 – LUX METER. Este equipamento possui escala de medida nas faixas de 0 a 1999; 2000 a 19990; 20000 a 50000 Lux. Para as medidas, o equipamento foi posicionado na horizontal sendo realizadas no período entre 11:00 e 13:00 horas, na data de 18 de abril de 2007 (Apêndice 2).

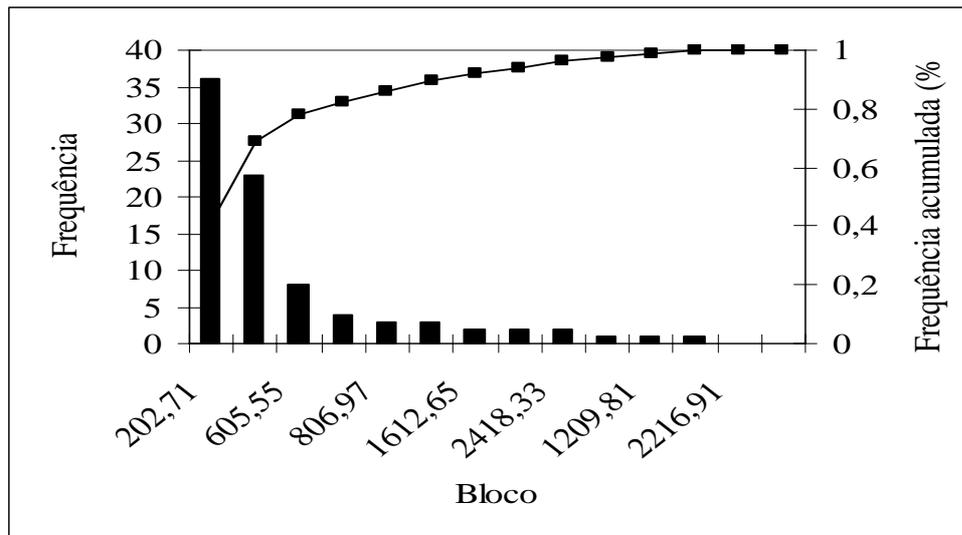
A posição na qual as medidas foram tomadas no interior da área foram de acordo com a disposição de 89 pontos previamente estabelecidos. Estes pontos seguiram uma disposição em rede com bordadura de 20 m a partir das laterais da área, obedecendo um delineamento inteiramente casualizado (Apêndice 3).

Na Tabela 1 podem ser observadas as intensidades luminosas captadas de acordo com a identificação de cada ponto de observação.

**Tabela 1** – Valores das intensidades luminosas captadas de acordo com a localização dos pontos de observação na Área de Captação 1 do SAAE de M. C. R. na data de 18/04/2007.

Dezena/Unidade	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		153	643	412	612	107	193	955	1317	245
1	147	272	1813	217	1847	20352	482	339	177	169
2	146	1297	286	299	20275	122	337	188	139	2273
3	573	1884	250	389	254	188	415	2338	1664	138
4	172	272	1010	177	102	249	123	111	655	567
5	1227	201	20538	139	1314	1420	127	135	238	233
6	102	177	1832	170	102	209	541	1537	305	141
7	229	325	146	225	2519	176	200	308	105	486
8	156	172	200	177	154	219	226	379	182	479

Com os valores de intensidade luminosa coletados, foram estabelecidas classes de frequência, com limite inferior e superior e a frequência com que ocorriam. A partir do limite superior das classes de frequência foram estabelecidos os blocos e por fim confeccionado histograma que representa a frequência com que os valores ocorrem em cada classe e sua frequência acumulada (Figura 1). Para este procedimento foi empregada a planilha Excel<sup>®</sup>.



**Figura 1** - Histograma de classes para as diferentes intensidades luminosas, observadas na área de captação 1 do SAAE-MCR na data de 18/04/2007.

Os pontos escolhidos para a avaliação da intensidade luminosa sobre o crescimento inicial de mudas de leucena, foram aqueles de intensidades iguais ou próximas ao ponto médio da classe de frequência os quais foram selecionados conforme se observa na Tabela 2.

**Tabela 2** – Pontos de observação (PO) e suas respectivas intensidades luminosas (IL), correspondendo aos tratamentos utilizados para a avaliação do desenvolvimento inicial da leucena em ambiente natural.

PO	40	22	4	2	7	50	55	67	12	31	29	37	74
IL	172	286	612	642	955	1227	1420	1537	1813	1884	2273	2338	2519

### 3.4 ELEMENTOS METEOROLÓGICOS

Os elementos meteorológicos observados no local do experimento foram temperaturas do ar e os totais de chuva. As temperaturas foram medidas por meio de termômetro de máxima e mínima modelo capela, todos os dias às 09:00 horas. Este equipamento foi instalado em um abrigo meteorológico de madeira a altura de 1,5 m, em local de clareira, dentro da Área de Captação 1 do SAAE - MCR.

Os totais diários de chuva foram coletados em pluviômetros de acrílico com capacidade de 110 mm, instalado a uma altura em relação à superfície do solo de 1,5 m, próximo ao abrigo meteorológico.

### 3.5 CONDUÇÃO DAS MUDAS

#### 3.5.1 Coleta de Sementes

As sementes utilizadas no experimento foram coletadas de 3 árvores matrizes de *Leucaena leucocephala* Lam de (Wit), com idade de 5 anos e diâmetro de copa de aproximadamente 3 metros. As árvores matrizes encontram-se plantadas em propriedade comercial localizada na Linha Doutor Ernesto, distrito de Toledo.

O município de Toledo está localizado na região Oeste do Paraná e apresenta área de 1.197,016 km<sup>2</sup>, e está localizado a latitude 24°42'50''S e longitude 53°44'34''W, com altitude 550m. O solo predominante é do tipo latossolo vermelho eutroférico (EMBRAPA, 2006).

O clima local, classificado segundo Köppen, é do tipo Cfa. As temperaturas médias do trimestre mais frio variam entre 16 e 17 °C, do trimestre mais quente entre 27 e 28 °C e a anual entre 20 e 21 °C. Os totais anuais médios normais de precipitação pluvial para a região variam entre 1600 e 1800 mm, com o trimestre mais chuvoso (Dezembro a Fevereiro) apresentando totais variando entre 400 e 500 mm (IAPAR, 2008).

As sementes coletadas das árvores matrizes adultas foram acondicionadas em saco de papel por dois dias. Posteriormente, foram selecionadas manualmente, não sendo utilizado um padrão de comprimento, largura e massa da semente e sim as que apresentavam estar visivelmente saudas, dando um total de 1500 sementes.

### 3.5.2 Análise do Solo

O solo utilizado no experimento foi coletado na Fazenda Experimental Professor Doutor Antonio Carlos dos Santos Pessoa da Universidade Estadual do Oeste do Paraná de Marechal Cândido Rondon, peneirado e submetido à análise química.

O solo da Área de Captação 1 do SAAE também foi analisado do ponto de vista químico e classificado como latossolo vermelho eutroférico (EMBRAPA, 2006).

Com as análises, foi possível confrontar os dados correspondentes aos dois solos, não sendo necessário à adição de qualquer adubação ao solo utilizado no experimento (Tabela 3).

**Tabela 3** - Análise química do solo coletado da Fazenda Experimental Professor Doutor Antonio Carlos dos Santos Pessoa da Universidade Estadual do Oeste do Paraná de Marechal Cândido Rondon, referente a uma amostra.

<b>P</b>	<b>K</b>	<b>C</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>H+Al</b>	<b>Al</b>	<b>pH</b>
Mg/dm <sup>3</sup>	Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	g/dm <sup>3</sup>	Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	Cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	
36,50	0,47	14,03	4,06	1,60	3,42	0,08	4,80
<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>Fé</b>	<b>Mn</b>				
Mg/dm <sup>3</sup>	Mg/dm <sup>3</sup>	Mg/dm <sup>3</sup>	Mg/dm <sup>3</sup>				
10,02	2,59	42	92				

### 3.5.3 Quebra de Dormência

Antes da semeadura foi realizada a quebra de dormência das sementes utilizando-se água a 80 °C por 5 minutos conforme a metodologia proposta por Tales (2000). Posteriormente o excesso de água das sementes foi eliminado, sendo acondicionadas e conduzidas até o local do experimento.

#### 3.5.4 Semeadura

A semeadura ocorreu no dia 11 de setembro de 2007. As sementes foram depositadas em vasos de polietileno com capacidade para 5 kg de solo. Estes vasos apresentaram diâmetro da base de 23 cm, diâmetro da borda de 26 cm e altura de 8 cm. Cada vaso recebeu 10 sementes que foram semeadas a uma profundidade de 1,5 cm e cobertas posteriormente por uma camada fina de solo.

#### 3.5.5 Regas

As regas foram realizadas para manter o teor de umidade na solo na capacidade de campo. Para atingir a capacidade de campo do solo contido nos vasos utilizava-se um volume da água de 250 mL.

As regas, quando necessárias, foram realizadas por meio de recipiente plástico graduado de 250 em 250 mL. O recipiente era dotado de um regador adaptado de forma que o tamanho da gota produzida não provocasse lixiviação ou escoamento superficial do solo dos vasos. Como foram realizadas regas alternadas, seu volume não foi somado aos totais de chuva.

### 3.5.6 Desbaste

Por se tratar de um ambiente natural, os fatores ambientais ou antrópicos podem afetar o desenvolvimento. Para tanto, foi realizado, após dez dias da sementeira o primeiro desbaste, deixando-se 5 mudas por vaso, elegendo-se as que se apresentavam vigorosas e com maior crescimento (Apêndice 4).

Após 20 dias da sementeira foi realizado um novo desbaste mantendo-se três mudas por vaso, mantendo-se as que apresentavam no mínimo um a dois pares de folhas formadas.

## 3.6 ANÁLISE DE CRESCIMENTO

### 3.6.1 Índice de Velocidade de Emergência

O Índice de Velocidade de Emergência (IVE) foi determinado a partir da metodologia proposta por Maguire (1962), utilizando-se dados do primeiro ao décimo dia após o plantio, de acordo com a seguinte equação:

$$I.V.E = \frac{\sum P_i}{D}$$

em que:

P<sub>i</sub> = Número de plântulas emergidas e computadas da primeira a última contagem.

D = número de dias da primeira a última contagem.

### 3.6.2 Parâmetros biométricos

As avaliações do crescimento de mudas foram feitas 60 dias após a semeadura (Apêndice 6) utilizando-se os seguintes parâmetros:

Diâmetro do Caule (DC), com o uso de paquímetro não digital graduado em milímetros, medido na interseção do caule com a raiz;

Comprimento da raiz (CR), com o uso de régua graduada em milímetros, medindo-se a raiz principal, desde a inserção do caule até a extremidade da raiz.

Altura Planta (AP) medida a partir da intercessão da raiz com o caule até a extremidade da última folha, utilizando-se régua graduada em milímetros;

Número de Folhas (NF), realizado por contagem individual das folhas de cada planta;

Área foliar (AF), utilizando-se da ferramenta computacional QUANT 2002 Versão 1.0.1. Todas as folhas foram fotografadas e a imagem digital foi armazenada em computador. A ferramenta computacional reconhece as imagens por possuírem centenas ou milhares de cores, sendo então convertidas a duas cores, vermelho e branco. Cada uma destas cores representa um tipo de imagem, o vermelho corresponde a folha e ao branco o fundo da imagem. A quantidade de pigmentos vermelhos produzidos na imagem é computada pelo sistema, fornecendo assim a área foliar.

Massa Seca da Parte Aérea (MSPA), Massa Seca da Raiz (MSR) e Massa Seca do Caule (MSC). O material foi colocado em sacos de papel e levados a estufa de circulação forçada a 65 °C, até atingir a peso constante. A pesagem do material foi feita por balança semi-analítica de marca Marte<sup>®</sup>, modelo AS5500C.

### 3.7 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, apresentando 13 tratamentos correspondentes a intensidade luminosa e 10 repetições por tratamento (Apêndice 6). Cada repetição correspondeu a um vaso com 10 sementes, dispostas de forma circular, próximo ao local no qual se observou a intensidade luminosa igual ou próxima ao ponto médio da classe de acordo com o que se observa na Tabela 2.

A partir dos dados coletados procedeu-se a análise de variância seguida de Teste F e análises de regressão para todos os parâmetros em função das diferentes intensidades de luminosidade, seguido da análise de correlação de Pearson. O modelo de regressão que melhor se ajustou ao experimento foi o polinomial a quarta potência. Todas as análises foram feitas pelo programa computacional SAEG 9.0.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

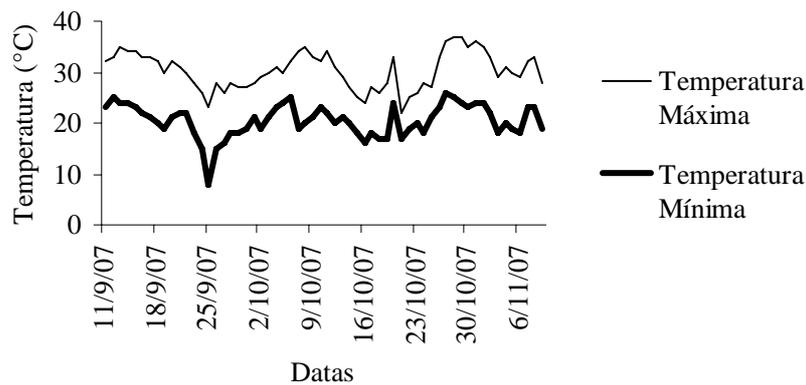
### 4.1 DADOS METEOROLÓGICOS

Na Figura 2 podem ser observados os valores diários de temperaturas máxima e mínima correspondente ao período da semeadura até a retirada das plantas para análise. Neste período foram observadas temperaturas máximas que variaram de 22 a 37 °C e mínima de 8 a 26 °C. Os valores médios para a temperatura máxima e mínima foram de 30,3 e 20,5°C, respectivamente.

Segundo Parrotta (1992), a leucena tolera regimes de amplo espectro de temperatura, mas quando estas forem muito baixas, inferiores a 16°C, seu crescimento é severamente restringido.

No período inicial do dia 11 a 21/09, verificou-se que a temperatura do ambiente manteve-se acima dos 20 °C, com uma temperatura próxima a adequada para a germinação de sementes de leucena. Conforme Borges et al. (1997) e Oliveira & Medeiros Filho (2007) temperaturas entre 25 a 35 °C promovem condições mais adequadas para a germinação de leucena quando submetidas a diferentes faixas de temperatura em câmaras de germinação.

Para a leucena, o déficit hídrico para uma temperatura de 25 °C não afeta a germinação, mas acima de 30 °C pode vir a prejudicar o desenvolvimento inicial da planta (BORGES et al. 1997).



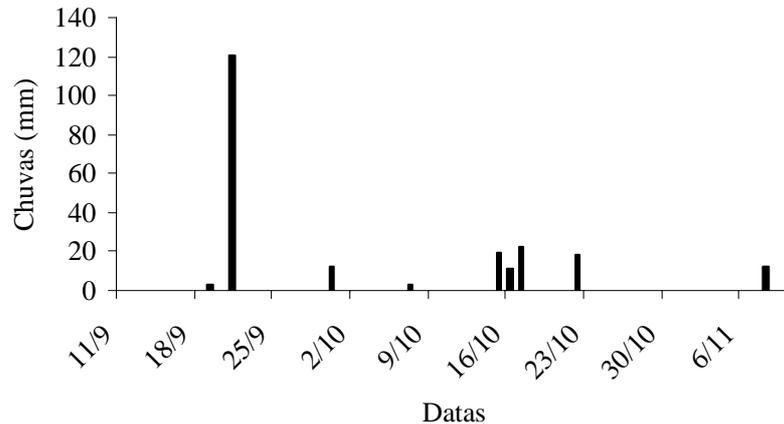
**Figura 2.** Valores diários de temperatura máxima e mínima observados na área de Captação 1 do SAAE, de Marechal Cândido Rondon, no período de 11/09 a 10/11/2007.

Na Figura 3 são observados os totais de chuva observados durante o período experimental na Área de Captação 1 do SAAE-MCR, cuja lâmina total de chuva foi de 221 mm. O valor máximo foi observado no dia 22/10, apresentando um total de 121 mm e a média diária foi de 3,62mm.

A necessidade hídrica da planta nos primeiros estádios de desenvolvimento é maior e sua deficiência pode comprometer seu desenvolvimento e vigor (LARCHER, 2000). Como foram realizadas regas regulares associadas as chuvas ocorridas durante o período experimental, verificou-se que este não foi um fator que possa ter interferido nos resultados encontrados com relação ao desenvolvimento inicial da leucena. A lâmina de água utilizada para as regas não foi computada junto aos totais de chuva.

Segundo Lima & Evangelista (2008), a leucena desenvolve-se muito bem em ambientes com a pluviosidade entre 600 mm a 1700 mm, podendo também sobreviver em condições com totais de precipitação pluvial inferior a 250 mm. Os resultados obtidos neste trabalho mostram um total de precipitação pluvial de 221 mm correspondendo a 88,4% da

menor precipitação pluvial adequada para o desenvolvimento da leucena que é de 250 mm, além das regas realizadas inicialmente quando não ocorreram chuvas.



**Figura 3.** Índices pluviométricos diários observados na Área de Captação 1 do SAAE, de Marechal Cândido Rondon, no período de 11/09 a 10/11/2007.

#### 4.2 COMPARAÇÃO DOS DADOS DE INTENSIDADES LUMINOSAS COM A RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL

No dia 18 de abril de 2007, na estação climatológica de Marechal Cândido Rondon foi registrado no período entre 11 e 13 horas, um total de radiação solar global (RG) de 765,37  $Wm^{-2}$ . Considerando este valor como referência e a equivalência de 93 Lux para 1  $Wm^{-2}$  pode-se representar a relação entre IL e RG como um valor percentual.

Portanto, a IL observada na área de captação 1 do SAAE-MCR na data de 18 de abril de 2007 convertidas para valores de radiação solar global (IL,  $Wm^{-2}$ ) e sua relação com a

radiação solar global observada na estação climatológica (IL/RG, %) encontram-se na Tabela 4.

**Tabela 4** – Valores de intensidade luminosa (IL) em Lux e em  $\text{Wm}^{-2}$  e da relação IL/RG na Área de Captação 1 do SAAE-MCR no dia 18/04/2007.

Ponto de observação	IL (Lux)	IL ( $\text{Wm}^{-2}$ )	IL/RG (%)
40	172	1,84	0,24
22	286	3,08	0,40
4	613	6,58	0,86
2	642	6,91	0,90
7	955	10,27	1,34
50	1227	13,19	1,72
55	1420	15,27	1,99
67	1537	16,52	2,15
12	1813	19,49	2,54
31	1884	20,26	2,64
29	2273	24,44	3,19
37	2338	25,14	3,28
74	2519	27,09	3,53

A quantidade de radiação solar incidente na Área de Captação 1 do SAAE-MCR variou de 1,84 a 27,09  $\text{Wm}^{-2}$  que correspondeu entre 0,24 e 3,53%, em relação a radiação solar global observada na estação climatológica.

Estes resultados demonstraram que grande parte da radiação solar em uma floresta, é interceptada pelos componentes do dossel como galhos, ramos e folhas. Neste sentido, os resultados obtidos neste trabalho se assemelharam aos obtidos por Chazdon & Fetcher

(1984), que afirma ser a quantidade de radiação incidente sobre a vegetação no interior de uma floresta de 0,4 a 3,8% daquela observada em exposição a pleno sol.

#### 4.3 PARÂMETROS BIOMÉTRICOS

Na Tabela 4 foram apresentados os quadrados médios e os respectivos níveis de significância da análise de variância obtidos pelo teste f para parâmetros biométricos.

**Tabela 5.** Quadrados médios e nível de significância da análise de variância para o diâmetro do caule (DC), comprimento da raiz (CR), altura da planta (AP), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da raiz (MSR), massa seca do caule (MSC), massa seca da folha (MSF) e o Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em plantas de leucena.

CV	GL	DC	CR	AP	NF	AF	MSR	MSC	MSF	IVE
<b>Trat.</b>	12	4,31*	1612,01*	1289,20*	157,42*	3209,17*	0,12*	0,42*	2,61*	0,43**
<b>Erro</b>	78	9,816	871,87	348,15	49,26	836,36	0,21	0,20	0,81	2,00
<b>Média</b>		1,68	10,43	15,63	3,87	13,25	0,32	0,34	0,31	0,70
<b>Cv</b>		21,08	32,03	13,51	20,52	24,70	16,15	14,98	32,89	22,60

\* e \*\* significativos a 1 e 5% pelo teste F.

As médias do diâmetro do caule (DC), comprimento da raiz (CR), altura da planta (AP), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da raiz (MSR), massa seca da folha (MSC) e a massa seca da folha (MSF) apresentaram diferenças estatísticas a 1% de significância em relação às diferentes intensidades luminosas a que as plantas foram

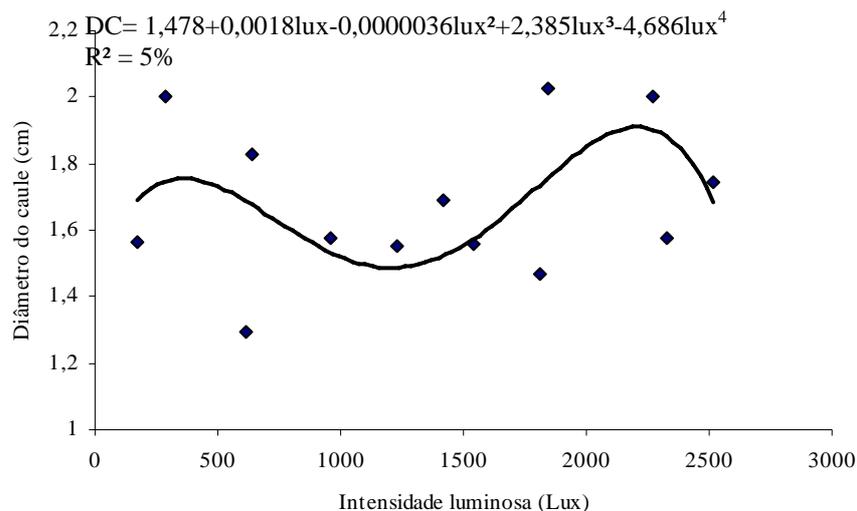
submetidas. O índice de velocidade de emergência (IVE) apresentou diferença significativa ao nível de 5%.

Pode-se verificar que as diferentes intensidades luminosas a que a leucena foi submetida causaram efeito sobre seu desenvolvimento.

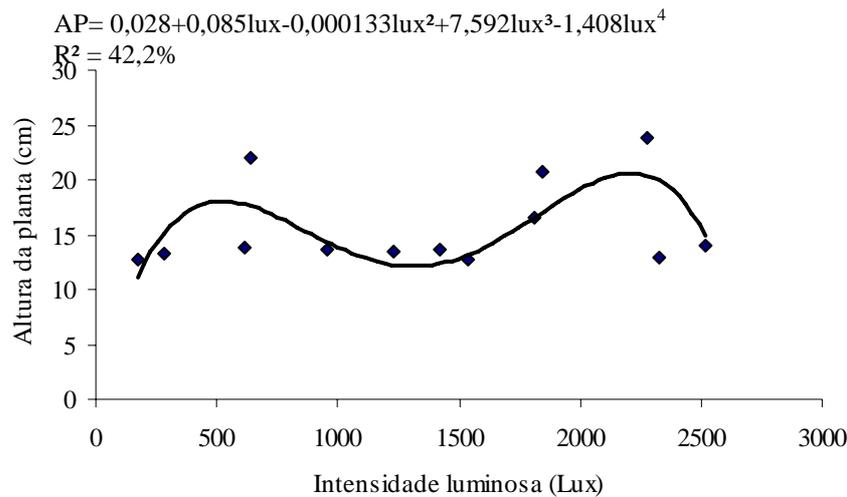
O modelo de análise que melhor se ajustou para explicar essa relação foi o de regressão polinomial quadrático.

#### 4.3.1 Relação do Diâmetro do Caule e da Altura da Planta Com a Intensidade Luminosa

Nas Figuras 4 e 5 estão representadas as curvas que apontam dois picos de maior efeito das diferentes intensidades luminosas (IL) sobre o diâmetro do caule e a altura da planta. Segundo Carneiro (1995), o aumento do diâmetro do caule, com a altura da muda, corresponde a um melhor desenvolvimento da planta após transplântio.



**Figura 4.** Relação entre o diâmetro médio do caule da leucena com a intensidade luminosa.



**Figura 5.** Relação entre a altura média da planta da leucena com a intensidade luminosa.

A partir dos resultados da regressão polinomial, verifica-se que o DC apresentou um baixo coeficiente de determinação de 0,05 ( $P < 0,0538$ ), indicando haver pequena influência da IL sobre o DC. Os maiores diâmetros médios (2 e 2,2 cm) foram obtidos para 286 e 1847 Lux, respectivamente, e o menor (1,29 e 1,47cm) para 612 e 1813Lux.

A altura da planta também se ajustou a este modelo, com  $R^2$  de 0,422 ( $P < 0,0001$ ) indicando que a IL a qual foram submetidas apresentaram efeito sobre o aumento da altura da planta. A 60 dias após o plantio, as maiores alturas (22,01 e 23,91cm) para plântulas de leucena foram encontradas em IL de 642 e 2273Lux, respectivamente, que correspondem a 0,9 e 3,19% de RG. As menores alturas (12,71 e 12,72cm) foram encontradas para 172 e 1537lux.

Estes resultados são importantes, pois, segundo Parrotta (1992), mudas de leucena apresentam um tamanho adequado para serem transplantadas quando, após 10 semanas de semeadura, portarem 20 cm de altura, o que foi verificado no presente estudo 60 dias após a semeadura.

Por outro lado, os resultados obtidos por Fanti & Perez (2003) mostram que mudas de *Adenantha pavonina* L., quando submetidas por 60 dias a 60 e 30% de luminosidade não apresentam diferença significativa na altura da planta. A altura média da planta variou de 7,17 a 8,67cm.

#### 4.3.2 Relação do Comprimento da Raiz e da Massa Seca da Raiz Com a Intensidade Luminosa

Nas Figuras 6 e 7 foram apresentadas as equações de regressão polinomial para o comprimento e a massa seca da raiz para as diferentes intensidades luminosas.

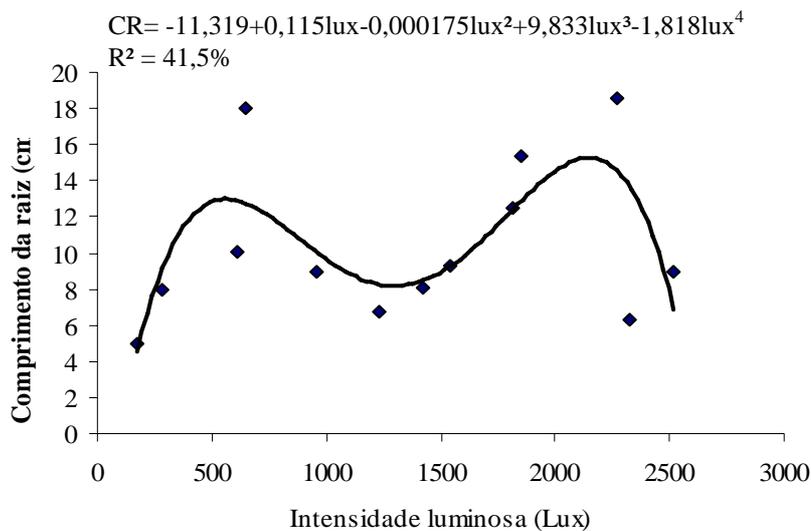
As médias do CR e da MSR foram maiores para as mesmas intensidades luminosas. Para o CR os maiores valores foram de 18 e 18,6cm, enquanto para a MSR foram de 0,38 e 0,40g nas IL de 642 e 2273Lux, respectivamente. Estes valores de IL correspondem a 0,9 e 3,19% da RG, respectivamente. As menores médias para CR foram de 4,97 e 6,25g para IL de 172 e 2328Lux e para a MSR foi de 0,29g quando submetidas a intensidades de 955 e 1537Lux.

O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) foi positivo para ambos os parâmetros, destacando-se o valor obtido para CR de 0,415 ( $P < 0,0001$ ) em relação à MSR, que foi de 0,183 ( $P < 0,0002$ ).

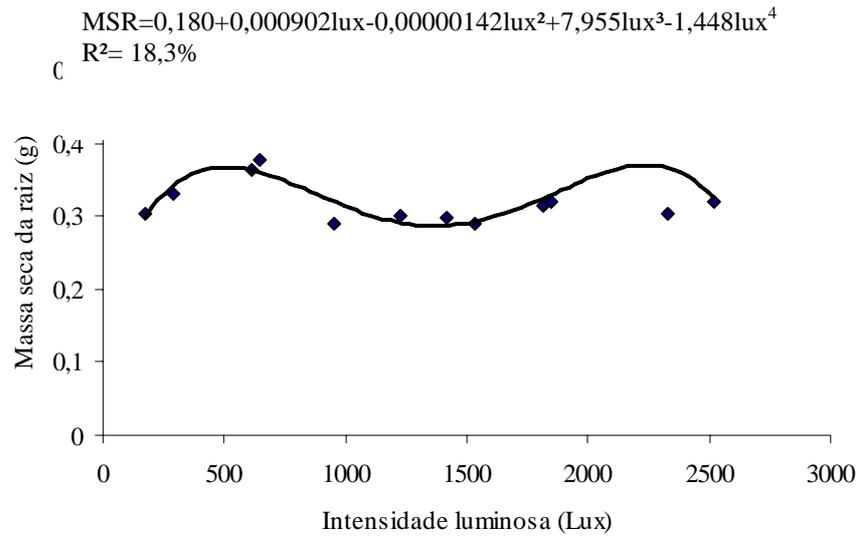
A leucena, por ser boa fixadora de nitrogênio, tem como característica a raiz principal pivotante de maior comprimento. Como se depreende dos valores de coeficientes de determinação, a IL exerceu maior efeito sobre o CR do que sobre a MSR.

Este resultado contradiz Lancher (2000) que afirma que a quantidade de luz não exerce tanta influencia sobre o desenvolvimento da raiz, quanto a que é exercida pelos totais de chuva.

No caso da MSR, o efeito das intensidades luminosas foi menor. Segundo Carneiro (2005) isto pode estar relacionado à medida deste parâmetro nas mudas que por apresentarem raízes finas com muitos pêlos absorventes geralmente tornam as medições quase desprazíveis.



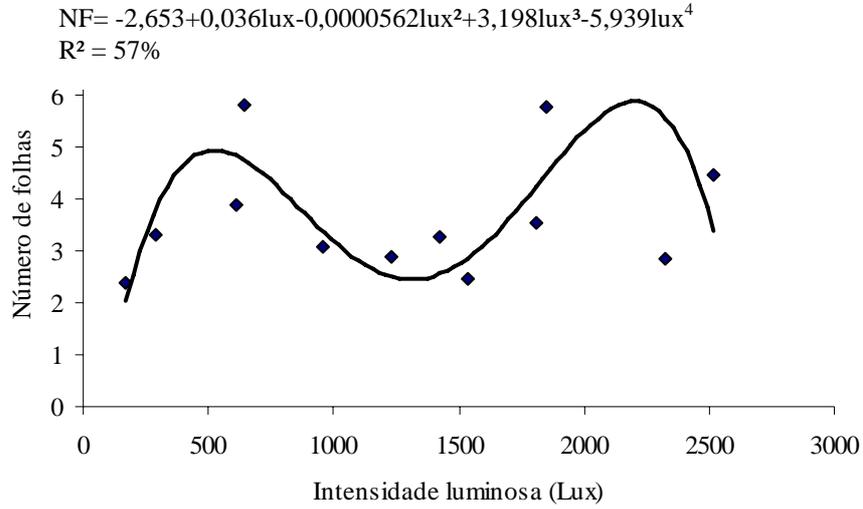
**Figura 6.** Relação entre o comprimento médio da raiz de leucena com a Intensidade Luminosa.



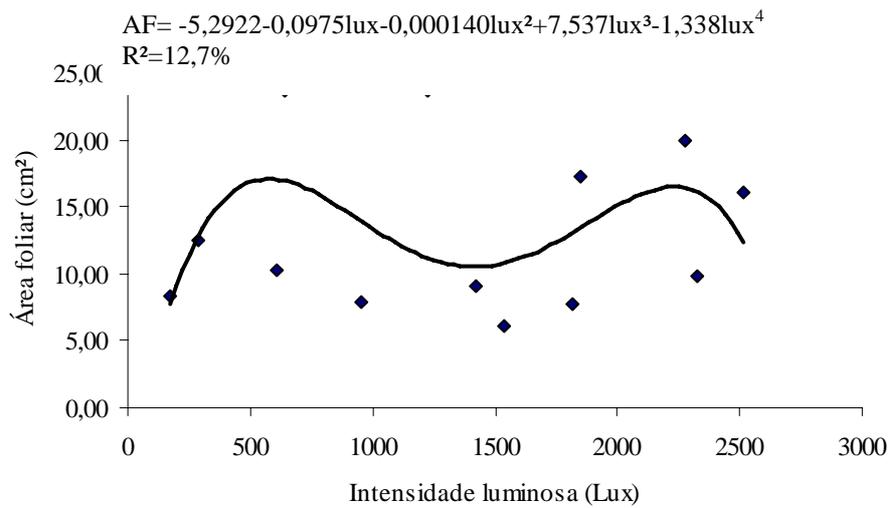
**Figura 7.** Relação entre a massa seca média da raiz de leucena com a intensidade luminosa.

#### 4.3.3 Relação do Número de Folhas, Área Foliar e Massa Seca da Folha Com a Intensidade Luminosa

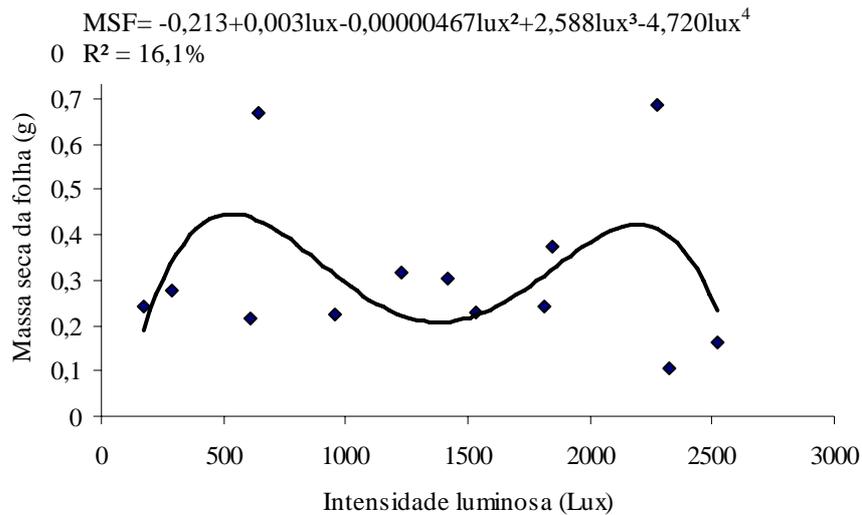
Nas Figuras 14, 15 e 16 pode-se observar que o melhor ajuste para os dados de NF, AF e MSF da leucena com a IL foram obtidos com uma equação do tipo polinomial de quarta potência. As curvas apresentaram dois picos, demonstrando respostas distintas com as intensidades luminosas a que foram submetidas as mudas de leucena.



**Figura 8.** Relação entre o número médio de folhas da leucena com a intensidade luminosa.



**Figura 9.** Relação entre a área foliar média da leucena com a intensidade luminosa.



**Figura 10.** Relação entre a massa seca média da folha da leucena com a intensidade luminosa.

As maiores médias do NF (6,57 e 5,81) foram encontradas nas intensidades de 642 e 2273lux, respectivamente, o que corresponde a 0,90 e 3,19% da RG. Os menores valores médios (2,40 e 2,47) foram encontrados nas intensidades de 172 e 1537Lux, respectivamente. O coeficiente de determinação ( $R^2$ ) destas variáveis foi de 0,57 ( $P<0,0001$ ) (Figura 8).

Para a AF, as maiores médias foram de 23,68 e 23,64cm<sup>2</sup>, nas IL de 642 e 2338Lux, respectivamente, correspondendo a 0,90 e 3,28% de RG. As menores médias foram de 6,07 e 7,75cm<sup>2</sup> nas IL de 1537 e 1813Lux, respectivamente. O efeito provocado pela IL na AF não foi tão expressivo como se observa no valor de  $R^2$  igual a 0,127 ( $P<0,0032$ ) (Figura 9).

O mesmo pode ser observado com relação a MSF e IL que apresentou um  $R^2$  de 0,161 ( $P<0,0007$ ). Os picos foram semelhantes ao NF com as maiores médias (0,67 e 0,69g) observadas em intensidades de 642 e 2273Lux. Quanto as menores médias (0,10 e 0,16g), foram obtidas para intensidades de 2328 e 2519Lux.

Para o caso da AF e da MSF, observa-se uma tendência de maior desenvolvimento destas estruturas em condição de baixa luminosidade para plantas do tipo heliófitas. Pois segundo Campos & Uchida (2002), esta é uma resposta que indica uma maneira da planta compensar a falta de luminosidade.

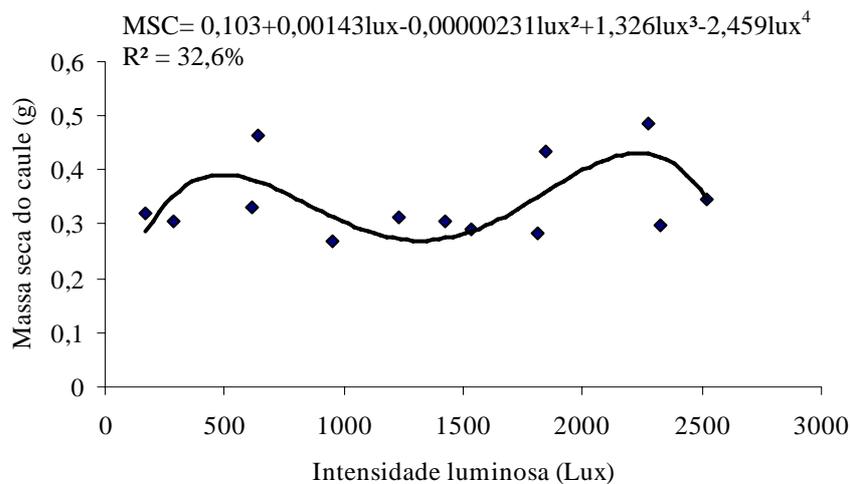
Os resultados obtidos neste trabalho são similares aos obtidos por Fanti & Perez (2003) que encontraram para mudas de *Adenantha pavonina* L. submetidas a 70% de sombreamento aos 60 dias após a semeadura uma área foliar de 87,67cm<sup>2</sup>.

#### 4.3.4 Relação da Massa seca do Caule com a Intensidade Luminosa.

Na Figura 11 pode ser observada a relação polinomial da massa seca média do caule com diferentes intensidades luminosas. A MSC também apresentou dois picos, com médias de 0,46 e 0,48g para as intensidades luminosas de 642 e 2273Lux. As menores médias de MSC foram de 0,27 e 0,28g em 955 e 1813Lux, respectivamente. O efeito da IL sobre a MSC da leucena foi expressivo como demonstra o valor do R<sup>2</sup> igual a 0,320 (P<0,0001).

A MSC apresentou diferença significativa ao nível de 1% de acordo com a IL a que a muda foi submetida (Tabela 4). Este resultado contrapõem aos encontrados por Almeida *et al.* (2005) testando alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de *Maclura tinctoria* (L.), *Senna macranthera* (Collad.), *Hymenaea courbaril* L., *Acácia mangium* Willd. Das distribuições de matéria seca, a MSC não apresentou diferença significativa para nenhuma das espécies em relação as diferentes IL que foram de 0, 30 e 50% de interceptação da radiação solar incidente.

Para *Jacaranda copaia* (Aubl.) D. Don. e *Hymenaea courbaril* L. não houve diferença significativa na MSC para plantas submetidas a diferentes intensidades luminosas. Entretanto, a espécie *Ochroma lagopus* (Cav. Ex. Lam.) Urban) apresentou maior MSC quando submetida a 30% de sombreamento (Campos & Uchida, 2002).



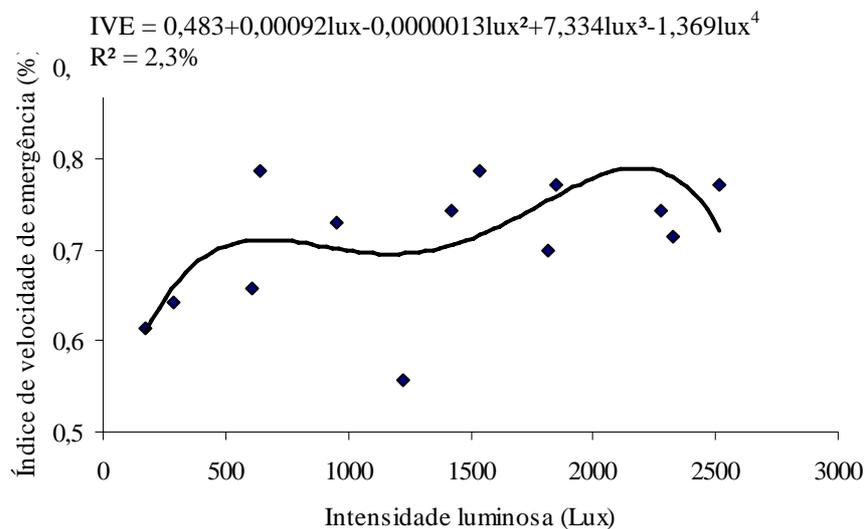
**Figura 11.** Relação entre a massa seca média do caule da leucena com a intensidade luminosa.

#### 4.3.5 Relação do Índice de Velocidade de Emergência Com a Intensidade Luminosa

Na Figura 12 podem ser observados os índices de velocidade de emergência com relação a diferentes intensidades luminosas. Este índice é um dado percentual, para o qual se pode verificar que a maior intensidade luminosa contribuiu para o aumento da velocidade da emergência.

O IVE apresentou como as demais características avaliadas, dois picos. A variação deste índice de acordo com a IL, variou entre 50 e 80%. No entanto, percebe-se que a influência da incidência de luz sobre este parâmetro é pequena cujo coeficiente de determinação foi de 0,023 ( $P < 0,2002$ ).

Os maiores valores médios de IVE foram de 79% quando submetidas a intensidades de 642 e 1537Lux, que comparadas com a RG foram de 0,90 e 2,15%, e os menores valores foram de 56 e 61% a 1227 e 172Lux, respectivamente.



**Figura 12.** Relação da porcentagem média do índice de velocidade de emergência da leucena com a intensidade luminosa.

Estes resultados se assemelham aos obtidos por Souza Filho (2000), que avaliou a influência da temperatura, luz e estresses osmótico e salino na germinação de sementes de leucena em câmara de germinação. As sementes germinaram acima de 70% independente da intensidade luminosa que recebiam. Este autor comenta que, para sementes desta

leguminosa, o período de iluminação a que a semente é submetida e sua resposta são indicativos da sua capacidade adaptativa a condições de presença ou ausência de luz.

#### 4.4 CORRELAÇÕES DE PEARSON

Na Tabela 5, encontram-se os resultados da Correlação de Pearson, obtidos para parâmetros biométricos como diâmetro do caule (DC), comprimento da raiz (CR), altura da planta (AP), número de folhas (NF), área foliar (AF) e massa seca da raiz (MSR), caules (MSC) e folhas (MSF), Índice de Velocidade de Emergência (IVE) e a Intensidade Luminosa (IL) nas diferentes condições de iluminação natural observadas na Área de Captação 1 do SAAE – MCR no período de setembro a novembro de 2007.

**Tabela 6.** Coeficiente de correlação de Pearson entre parâmetros biométrico, IVE e IL, para mudas de leucena produzidas na Área de Captação 1 do SAAE - MCR.

	DC	CR	AP	NF	AF	MSR	MSC	MSF	IVE
CR	0,155 <sup>NS</sup>								
AP	0,315 *	0,739 *							
NF	0,385 *	0,706 *	0,816 *						
AF	0,255**	0,235 *	0,518 *	0,543 *					
MSR	0,048 <sup>NS</sup>	0,489 *	0,345 *	0,375 *	0,265 **				
MSC	0,262 **	0,575 *	0,668 *	0,688 *	0,523 *	0,392 *			
MSF	0,345 *	0,675 *	0,737 *	0,638 *	0,545 *	0,417 *	0,616 *		
IVE	0,235**	0,185 <sup>NS</sup>	0,125 <sup>NS</sup>	0,217**	-0,082 <sup>NS</sup>	-0,035 <sup>NS</sup>	0,140 <sup>NS</sup>	0,154 <sup>NS</sup>	
IL	0,131 <sup>NS</sup>	0,252**	0,305**	0,314**	0,101 <sup>NS</sup>	0,038 <sup>NS</sup>	0,199*	0,029 <sup>NS</sup>	0,211*

\* e \*\* significativos a 5 e 1% pelo coeficiente de correlação de Pearson.

Pode-se verificar que o DC da leucena apresentou correlação positiva e significativa com AP, NF, AF, MSC e MSF. A correlação deste parâmetro com o CR, MSR e IL não foi significativa.

Em se tratando do CR, este apresentou correlação positiva e significativa com todos os outros parâmetros, menos com o IVE. Os resultados mais expressivos foram verificados com a AP e NF. As raízes têm fundamental importância na absorção de água e nutrientes do substrato pelas mudas e, dependendo da quantidade que lhe é fornecida, interfere no seu desempenho de crescimento e desenvolvimento.

Portela et al. (2001), trabalhando com mudas de *Clitoria fairchildiana* Howard., encontraram para o parâmetro comprimento da raiz, valores inferiores em mudas submetidas a pleno sol, que não diferiram estatisticamente daquelas a 30, 50 e 70% de sombreamento. Para o incremento em altura, este foi maior quando a planta permaneceu em radiação solar direta.

Campos e Uchida (2002), avaliando três espécies amazônicas, não encontraram diferença significativa para as médias de altura e comprimento da raiz em mudas de *Jacaranda copaia* (Aube.) D. Don. quando estas foram submetidas durante 63 dias a diferentes intensidades luminosas. Quando a exposição foi de 173 dias, as mudas submetidas a 70% de sombreamento apresentaram maiores alturas. Em contrapartida, as mudas a 30% de sombreamento apresentaram maior número de folhas.

Os mesmos autores verificaram que as mudas submetidas a uma condição de maior sombreamento tenderam a apresentar relação parte aérea/sistema radicular superior as demais.

Para a leucena, a AP também apresentou correlação positiva com todas as variáveis, sendo a mais expressiva com relação ao NF. Entre estes dois parâmetros existe uma estreita relação, pois há tendência de um aumento no NF a medida que aumenta a AP.

Esta observação também foi confirmada por Silva et al. (2007) que encontrou em mudas de *Hymenea parvifolia* Huber. submetidas por 105 dias a 70% de sombreamento maiores valores de AP (59,86cm) associadas ao maior NF (10 folhas).

A AF apresentou boa correlação com a MSR, MSC e MSF, não sendo significativa para o IVE e a IL. Esta relação não significativa com o IL pode ser explicada pelo fato da planta ter sofrido alguma limitação nas trocas gasosas, ou por temperatura ou ainda pela disponibilidade de água, pois, sem esta interferência, a fotossíntese realizada pela folha, acompanha linearmente a disponibilidade de radiação até o ponto de saturação (LARCHER, 2000).

A partir dos dados correlacionados pode-se perceber que é necessário um maior número de evidências, para se obter informações conclusivas a respeito do comportamento da leucena em relação à quantidade de luz disponível. Por se tratar de um ambiente natural, alguns fatores externos podem ter contribuído para os diferentes resultados encontrados.

Como se observou, todos os parâmetros avaliados apresentaram dois picos encontrados para intensidades luminosas de 642Lux e 2273Lux, aproximadamente, que comparado a RG representam 0,90 e 3,15%. Por se tratar de uma espécie pioneira, a leucena tenderia a apresentar um comportamento de maior desenvolvimento quando submetida a maiores intensidades luminosas, no entanto, os resultados obtidos durante 60 dias em que as mudas foram avaliadas, indicam um bom desenvolvimento das mudas sob baixas

intensidades luminosas, podendo ser considerada secundária. Desta forma, este resultado também pode explicar o fato desta espécie ser considerada invasora.

Contudo, considerando que as sementes utilizadas neste experimento foram provenientes de árvores adultas, distintas, é possível que os resultados obtidos possam estar relacionados a ocorrência de populações ou de subpopulações.

## 5 CONCLUSÃO

Os resultados da análise demonstraram existir uma relação polinomial de quarta ordem dos parâmetros biométricos com a intensidade luminosa, em que a resposta da leucena foi mais significativa quando submetida a intensidades de 642 e 2273Lux, estes valores de IL correspondem a 0,90 e 3,19%, respectivamente, da radiação solar global observada em estação climatológica.

As respostas a estes baixos valores de iluminação, demonstram, nas condições em que o experimento foi conduzido, ter a leucena potencial para se estabelecer como uma espécie secundária, mesmo sendo considerada uma espécie pioneira.

## 6 REFERÊNCIAS

ABBAS, M.; MONIB, M.; RAMMAH, A. et al. Intercropping of sesbania (*Sesbania sesban*) and leucaena (*Leucaena leucocephala*) with five annual grasses under semi-arid conditions as affected by inoculation with specific rhizobia and associative diazotrophs. **Agronomie**, v.21, p. 517-525, 2001.

ALMEIDA, L. S.; MAIA, N.; ORTEGA, A. R. et al. Crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* Cham. em viveiros submetidos a diferentes níveis de luminosidade. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 3, p. 323-329, 2005.

ALMEIDA, S. M. Z.; SOARES, A. M.; CASTRO, C. V. V. et al. Alteração morfológica e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.1. p. 62-68, 2005.

BARTH, J. **Características da Leucena**. Itaipu Binacional. 2005 (Documento interno).

BORGES, E. E. L.; BORGES, R. C. G.; PAULA, N. F. Efeito da temperatura e do estresse hídrico na germinação de sementes de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin e Barn) e de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Revista Brasileira de Sementes**, vol.19, n. 2. p. 155-158, 1997

CAMPOS, M. A. A.; UCHIDA, T. Influencia do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies florestais amazônicas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 7, p. 281-288, 2002.

CAVALCANTE, A. M. B.; PEREZ, S. C. J. G. A. Efeitos da temperatura sobre a germinação de sementes de *Leucena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 17, n. 1, p. 1-8, 1995.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. UFPR, FUEF, CAMPOS, UENF. Editora Folha de Viçosa, Curitiba, 2005.

DALMOLIN, M. F. S. **Dispersão e germinação de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit no município de Santa Helena - Paraná**. Marechal Cândido Rondon, 2005. Dissertação (Mestrado-Agronomia). Universidade Estadual do Oeste do Paraná UNIOESTE.

DRUMOND, M. A. Leucena – Uma abórea de uso múltiplo, para a região semi-árida do Nordeste Brasileiro. In: III Simpósio Brasileiro de Captação de Água de Chuva no Semi-Árido. **Anais**. Petrolina, PE, 21-23 de novembro de 2001.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Gado de corte: **Legumineira-cultura forrageira para produção de proteínas**. Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/publicações/ct/ct13/03leucena.html>>. Acessado em: 26 de janeiro de 2008.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema de Classificação dos solos**. Embrapa Solos, 2º ed. Rio de Janeiro, 2006.

EGARA, K.; JONES, R. F. Effect shading on the seedling growth of the leguminous shrub *Leucaena leucocephala*. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**. v. 17, p. 976-981, 1997.

FANTI, S. C.; PEREZ, S. C. Influencia do sombreamento artificial e da adubação química na produção de mudas de *Adenanthera pavonina*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.13, n.1, p 49-56, 2003.

FELFILI, J. M.; HILGBERT, L. F.; FRANCO, A. C. et al. Comportamento de plântulas de *Sclerolobium paniculatum* Vog. Var. *rubiginosum* (Tul.) Benth. sob diferentes níveis de sombreamento, em viveiro . **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, supl. 2, p. 297-301, 1999.

FONSECA, É. P.; VALERI, S. V.; MIGLIORANZA, É. et al. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume. produzidas sobre diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

IAPAR. **Cartas climáticas do Paraná**. Disponível em: <[http://200.201.27.14/Site/Sma/Cartas Climaticas/Classificacao Climatica.htm](http://200.201.27.14/Site/Sma/Cartas%20Climaticas/Classificacao%20Climatica.htm)>. Acessado em: 30 de maio de 2008.

JUHANY, L. I.; AREF, I. M. **Growth and dry matter partitioning of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit trees as affected by water stress**. Plant Production Department of Agriculture, King Saud University, P.O. Box 2460 RYach 11451, Saudi.

KHURANA, K.; SINGH, J. S. Ecological of tree seed and seedlings: Implication for tropical forest conservation and restoration. **Current Science**. Varanasi, Índia, v. 80, n. 6, p. 748, 2001.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. RiMa artes e textos.São Carlos, São Paulo. 2000.

LIMA, J. A. EVANGELISTA, J. R. **Leucena (*Leucaena leucocephala*)** Disponível em: <[www.editora.ufpa.br/BolExtensao/pdfBE/bol\\_50.pdf](http://www.editora.ufpa.br/BolExtensao/pdfBE/bol_50.pdf)>. Acessado em: 18/04/2008.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. **Árvores Exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas**. Instituto Plantarum de Estudos da Flora Ltda. Nova Odesa, São Paulo, 2003.

MACIEL, M. N. M.; WATZLAWICH, L. F.; SCHOENINGUER, E. R.; YAMAJI, F. M. Efeito da radiação solar na dinâmica de uma floresta. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 4, n. 1, Curitiba, 2002.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**. v. 2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. FEALQ. V. 12, Piracicaba, 2005.

MORAES DE JESUS, R.; MENANDRO, M. S.; BATISTA, J. L. F. et al. Efeito do tamanho de recipiente, tipo de substrato e sombreamento na produção de mudas de Louro (*Cordia trichotona* (VELL.) ARRAB.) e Gonçalves – Alves (*Astronium fraxinifolium* SCHOTT). **IPEF – Instituto de Pesquisas Florestais**, n. 37, p. 13-19, 1987.

OLIVEIRA, A. B. MEDEIROS FILHO, S. Influência de tratamentos pré-germinativos, temperatura e luminosidade na germinação de sementes de leucena cv. Cunningham. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 2, n. 4, p. 268-274, 2007.

PACHECO, M. V.; MATOS, V. P.; FERREIRA, R. L. C. et al. Efeito da temperatura e substrato na germinação de sementes de *Myracrodruon urundueva* Fr. All. (Anacardiaceae). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 359-367, 2006.

PARROTTA, J. A. *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., tantan. Department of agriculture, Forest Service, Southern Forest, Experimental Station. 8 p. SO-ITF-SM-52, New Orleans, LA: U.S, 1992.

PEDROCHE, S. Z. Revisión del género *Leucaena* en México. **Anales del Instituto Biológico**. Universidade Nacional. Autón, México, Série Botânica. v. 65, n. 2, p. 83-162, 1994.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002.

PORTELA, R. C. Q.; SILVA, L. S.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. et al. Crescimento inicial de mudas de *Clitoria fairchildiana* Howard e *Peltophorum dubiun* (Spreng) Taub em diferentes condições de sombreamento. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 163-170, 2001.

SCALON, S. P. Q.; SCALON FILHO, H.; RIGONI, M. R. et al. Germinação e crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) sob condições de sombreamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3. p. 652-655, dez. 2001.

SILVA, R. R.; FREITAS, G. A.; SIEBENICHLER, S. C. et al. Desenvolvimento inicial de plântulas de *Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng) Schum. sob influência de sombreamento. **Acta Amazônica**, v. 37, n. 3, p. 365-370, 2007.

SOUZA FILHO, A. P. S. Influência da temperatura, luz, e estresse osmótico e salino na germinação de sementes de *Leucaena leucocephala*. **Pasturas Tropicais**. Cali, v. 22, n. 2, p. 47-53, 2000.

SOUZA, E. R. B.; ZAGO, R.; GARCIA, J. et al. Efeito de métodos de escarificação do tegumento em sementes de *Leucaena diversifolia* L. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 3, p. 142-146, set, 2007.

SOUZA, R. P. Germinação, crescimento, atividade fotossintética e translocação de compostos de carbono em espécies florestais tropicais: estudo comparativo da influência de sombreamento natural. **Tese de Doutorado**, Universidade estadual de Campinas – Ciências Biológicas. Campinas, 1996

TELES, M. M.; ALVES, A. A. ; OLIVEIRA, J. C. G. et al. Método de quebra de dormência em sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 2, p. 387-391, 2000.

VIEIRA, F. T. A. A.; SILVA, J. A. A.; FERREIRA, R. L. C. et al. Uma abordagem multivariada em experimentos silvopastoril com *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit no agreste pernambucano. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 4, p. 333-342, 2007.

## **APÊNDICES**



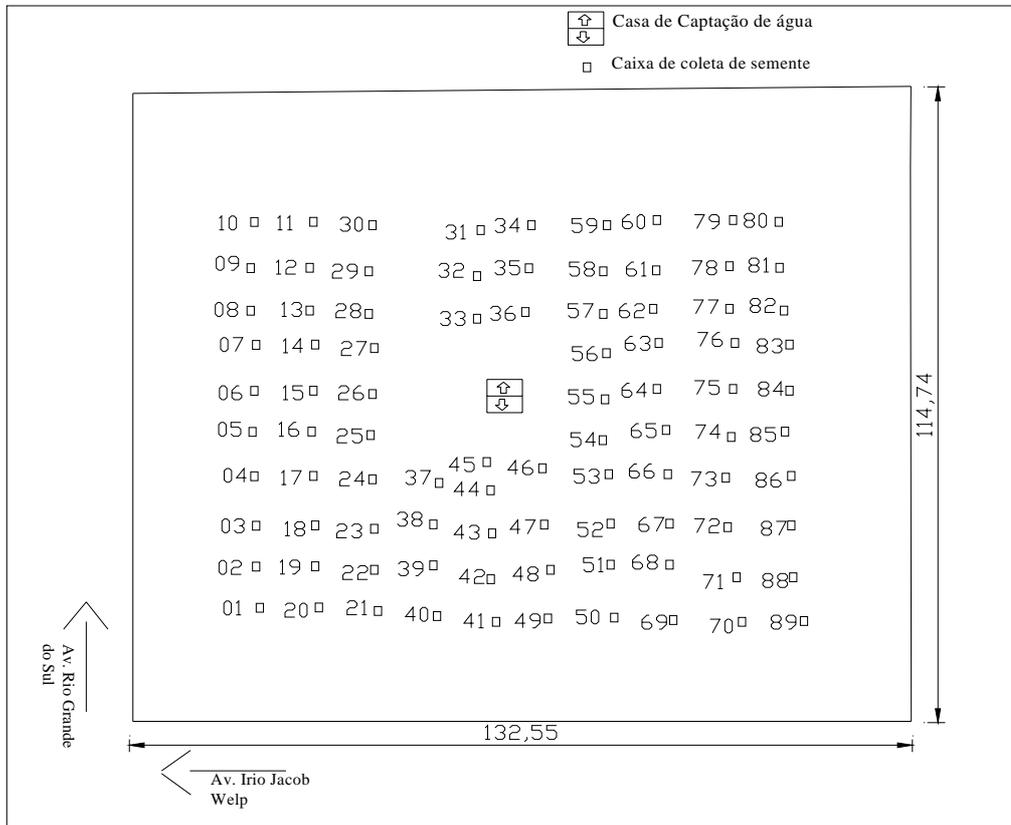
**Apêndice 1.** Área de preservação ambiental da Captação 1 do SAAE, localizada nas confluências da Avenida Rio grande do Sul com a Irio Jacob Welp, na cidade de Marechal Cândido Rondon (Região destacada em vermelho).

Fonte: Imagem obtida pelo Google Earth, 2008.



**Apêndice 2.** Luxímetro utilizado no registro coleta de intensidades luminosas, na área de Captação 1 do SAAE

**Apêndice 3.** Distribuição das caixas coletoras de sementes e seus respectivos números de identificação. Instaladas na área de preservação permanente da Captação 1 do SAAE-MCR.





**Apêndice 4.** Plântulas de Leucena após 10 dias de semeadura e após o primeiro desbaste, permanecendo cinco mudas por vaso.



**Apêndice 5.** Estádio de desenvolvimento das mudas de leucena para a avaliação dos parâmetros Biométricos, 60 dias após a semeadura.



**Apêndice 6.** Distribuição de vasos em pontos onde a IL era de 286Lux na Captação 1 do SAAE-MCR.