



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA**  
**COPEAG - COORD. DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENG. AGRÍCOLA**



# **PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**IMPACTOS EM SEMENTES DE FEIJÃO *Vigna* CAUSADOS PELAS  
OPERAÇÕES NA UNIDADE DE BENEFICIAMENTO E SEUS  
EFEITOS SOBRE A VIABILIDADE**

**ACÁCIO FIGUEIREDO NETO**

**CAMPINA GRANDE  
PARAÍBA**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



---

**DISSERTAÇÃO**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM ARMAZENAMENTO E**  
**PROCESSAMENTO DE PRODUTOS AGRICOLA**

**IMPACTOS EM SEMENTES DE FEIJÃO *Vigna* CAUSADOS PELAS**  
**OPERAÇÕES NA UNIDADE DE BENEFICIAMENTO E SEUS**  
**EFEITOS SOBRE A VIABILIDADE**

**ACACIO FIGUEIREDO NETO**

**Campina Grande - Paraíba**  
**JULHO – 2003**

**ACÁCIO FIGUEIREDO NETO**

**IMPACTOS EM SEMENTES DE FEIJÃO *Vigna* CAUSADOS PELAS  
OPERAÇÕES NA UNIDADE DE BENEFICIAMENTO E SEUS  
EFEITOS SOBRE A VIABILIDADE**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**Campina Grande – PB**

**Julho – 2003**

FICHA CATALOGRÁFICA

F475i

Figueiredo Neto, Acácio

Impactos em sementes de feijão *Vigna* causados pelas operações na unidade de beneficiamento e seus efeitos sobre a viabilidade. / Acácio Figueiredo Neto – Campina Grande: UFCG - CCT, 2003.

64 p.: il.,

Inclui bibliografia

Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Ciências e Tecnologia.

I. Título 1. Sementes - danos mecânicos. 2. Feijão *Vigna* - viabilidade. 3. Armazenamento.

CDU 582-739

DIGITALIZAÇÃO:

SISTEMOTECA - UFCG

---

**ACÁCIO FIGUEIREDO NETO**

**IMPACTOS EM SEMENTES DE FEIJÃO *Vigna* CAUSADOS PELAS  
OPERAÇÕES NA UNIDADE DE BENEFICIAMENTO E SEUS  
EFEITOS SOBRE A VIABILIDADE**

*Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em  
Engenharia Agrícola do Centro de Ciências e Tecnologia da  
Universidade Federal de Campina Grande - PB, em  
cumprimento às exigências para a obtenção do Grau de  
Mestre.*

**Área de Concentração:** Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas

**Orientador:** Prof. Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida  
DEAg/CCT/ UFCG

**Co-orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Josivanda Palmeira Gomes de Gouveia  
DEAg/CCT/ UFCG



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA



PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRANDO

**ACÁCIO FIGUEIREDO NETO**

**IMPACTOS EM SEMENTES DE FEIJÃO VIGNA CAUSADOS PELAS  
OPERACÕES NA UNIDADE DE BENEFICIAMENTO E SEUS  
EFEITOS SOBRE A VIABILIDADE**

BANCA EXAMINADORA

Dr. Francisco de Assis C. Almeida-Orientador

PARECER

APROVADO

Dra. Josivanda P. G. de Gouveia-Orientadora

APROVADO

Dr. Vicente de Paula Queiroga-Examinador

APROVADO

Dr. Jógerson Pinto Gomes Pereira-Examinador

Aprovado

JULHO - 2003

---

*Dedicatória*

*Aos meus queridos pais, Antonio e Fátima, co-autores  
da minha história, de quem me orgulho tanto.  
Aos meus irmãos, Antonio Filho e Júlia, que sempre me  
apoiaram e me incentivaram na profissão que escolhi.*

*Dedico.*

## AGRADECIMENTOS

*“Duas coisas te peço; não mas negues, antes que eu morra: afasta de mim a vaidade e a palavra mentirosa; não me dês nem a pobreza nem a riqueza; dá-me o pão que me for necessário; para não suceder que, estando eu farto, te negue e diga: Quem é o Senhor? Ou que, empobrecido, venha a furtar e profane o nome de Deus.” (Provérbios 30:7-9)*

À DEUS, por ter me conduzido durante toda a minha vida, dando-me discernimento e sabedoria para alcançar tamanho objetivo...

Aos meus pais, Antonio Figueiredo e Fátima Freire Figueiredo, pela confiança em mim depositada, pois em momento algum mediram esforços para a conquista da minha maior herança: Educação.

Ao **Centro de Ciências e Tecnologia** da Universidade Federal de Campina Grande, pela minha formação profissional, bem como a Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela oportunidade de concessão de bolsa de estudo.

De um modo especial ao meu orientador, **Prof. Dr. Francisco de Assis Cardoso Almeida**, pela orientação, amizade, apoio e confiança que sempre me concedeu, meus sinceros reconhecimentos.

A minha co-orientadora, **Prof.<sup>a</sup> Josivanda Palmeira Gomes de Gouveia**, pelos ensinamentos, apoio e exemplo de dedicação à pesquisa científica.

À Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária, **EMEPA – PB**, Coordenaria Regional de Alagoinha – PB, na pessoa do Dr. Rubens Fernandes da Costa, pela colaboração e apoio concedido durante toda a instalação do experimento.

Ao **Prof. Dr. Jorgeson Pinto Gomes Pereira**, pela participação e contribuição neste trabalho na forma de examinador.

Ao Pesquisador da Embrapa-Algodão **Dr. Vicente de Paula Queiroga**, pela participação e contribuição na banca deste trabalho na forma de examinador.

A secretária do DEAg/UFCG, na pessoa de **Rivanilda Diniz Sobreiro de Almeida**, pelas constantes colaborações.

Aos amigos de turma, em especial, **Marcelo, Milene, José Cláudio, Ednalva, Miguel, Maria, Lílian, Nilene, Silvana, Elvira, Nubênia, Joaquim, Luciano, Helen, Carmel**, e todos aqueles aqui não citados, mas guardados no reconhecimento de minha vida.

Muito Obrigado!

## ÍNDICE

	Páginas
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	x
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1 – Impactos e Danos Mecânicos .....	5
2.2 – Viabilidade em Sementes .....	8
2.3 – Umidade da Semente .....	11
2.4 – Armazenamento .....	13
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	15
3.1 – Análise de Pureza Física .....	17
3.2 – Teor de Umidade .....	18
3.3 – Danos Mecânicos .....	19
3.4 – Teste Padrão de Germinação (TPG) .....	19
3.5 – Primeira Contagem do TPG .....	20
3.6 – Índice de Velocidade de Emergência .....	20
3.7 – Comprimento de Plântulas .....	21
3.8 – Peso de Matéria Seca .....	21
3.9 – Envelhecimento Precoce .....	21
3.10 – Armazenamento .....	22
3.11 – Delineamento Estatístico .....	22

---

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
4.1 – Pureza Física .....	24
4.2 – Avaliação dos Danos Mecânicos .....	25
4.3 – Estudo da Germinação .....	29
4.3.1 – Armazenagem Convencional .....	29
4.3.2 – Armazenagem em Câmara Seca .....	33
4.4 – Estudo de Vigor .....	36
4.4.1 – Índice de Velocidade de Emergência (IVE) .....	38
4.4.1.1 – Armazenagem Convencional .....	38
4.4.1.2 – Armazenagem em Câmara Seca .....	41
5. CONCLUSÕES .....	45
6. SUGESTÕES .....	48
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA .....	50
8. ANEXOS .....	59

## LISTA DE FIGURAS

Figuras		Páginas
1.	Esquema operacional do beneficiamento das sementes de feijão na UBS de Alagoinha - PB.....	17
2.	Estimativa da germinação de sementes da variedade Cedinha com 13,5% ( $y_1$ ) e 7,3% ( $y_2$ ) de teor de umidade em função do período de armazenamento em condições ambientais de Alagoinha - PB....	31
3.	Estimativa da germinação de sementes da variedade Rabo de Tatu com 13,5% ( $y_1$ ) e 7,3% ( $y_2$ ) de teor de umidade em função do período de armazenamento em condições ambientais de Alagoinha - PB. ....	31
4.	Estimativa da germinação de sementes da variedade Cedinha com 13,5% ( $y_1$ ) e 7,3% ( $y_2$ ) de teor de umidade em função do período de armazenamento em condições controladas de câmara seca, Campina Grande - PB. ....	34
5.	Estimativa da germinação de sementes da variedade Rabo de Tatu com 13,5% ( $y_1$ ) e 7,3% ( $y_2$ ) de teor de umidade em função do período de armazenamento em condições controladas de câmara seca, Campina Grande - PB. ....	34
6.	Estimativa do IVE de sementes da variedade Cedinha com 13,5% ( $y_1$ ) e 7,3% ( $y_2$ ) de teor de umidade em função do período de armazenamento em condições ambientais de Alagoinha - PB. ....	40
7.	Estimativa do IVE de sementes da variedade Rabo de Tatu com 13,5% ( $y_1$ ) e 7,3% ( $y_2$ ) de teor de umidade em função do período de armazenamento em condições ambientais de Alagoinha - PB....	40
8.	Estimativa do IVE de sementes da variedade Cedinha com 13,5% ( $y_1$ ) e 7,3% ( $y_2$ ) de teor de umidade em função do período de armazenamento em condições controladas de câmara seca, Campina Grande - PB. ....	44
9.	Estimativa do IVE de sementes da variedade Rabo de Tatu com 13,5% ( $y_1$ ) e 7,3% ( $y_2$ ) de teor de umidade em função do período de armazenamento em condições controladas de câmara seca, Campina Grande - PB. ....	44

## LISTA DE TABELAS

Tabelas	Páginas	
1.	Resultados médios (%) de pureza física, teor de umidade e infestação em sementes de duas variedades de feijão <i>vigna</i> , colhidas e debulhadas por batadura manual. ....	24
2.	Resumo da análise de variância e de regressão para sementes danificadas de feijão <i>vigna</i> pelos impactos durante seu beneficiamento na UBS .....	26
3.	Valores médios (%) de sementes danificadas de feijão <i>vigna</i> das variedades Cedinha e Rabo de Tatu pelos impactos sofridos nas diferentes passagens na UBS durante o beneficiamento, para interação Impacto x Variedade.....	27
4.	Valores médios (%) de sementes danificadas de feijão <i>vigna</i> das variedades Cedinha e Rabo de Tatu pelos impactos sofridos nas diferentes passagens na UBS durante o beneficiamento, para interação Impacto x Umidade.....	28
5.	Valores médios (%) de sementes danificadas de feijão <i>vigna</i> das variedades Cedinha e Rabo de Tatu pelos impactos sofridos nas diferentes passagens na UBS durante o beneficiamento, para interação Variedade x Umidade .....	29
6.	Resumo das análises de variância e de regressão para germinação de sementes de feijão <i>vigna</i> , variedade Cedinha e Rabo de Tatu armazenadas em condições ambientais de Alagoinha – PB .....	30
7.	Valores médios da percentagem de germinação de sementes de feijão <i>vigna</i> para a interação impactos x períodos de armazenamento em condições ambientais de Alagoinha – PB.....	32
8.	Valores médios da percentagem de germinação de sementes de feijão <i>vigna</i> para a interação variedades x períodos de armazenamento em condições ambientais de Alagoinha, PB.....	60
9.	Valores médios da percentagem de germinação de sementes de feijão <i>vigna</i> para a interação umidade x períodos de armazenamento em condições ambientais de Alagoinha, PB.....	60
10.	Resumo das análises de variância e de regressão para germinação das variedades Cedinha e Rabo de Tatu com 13,5% e 7,3% de umidade (bu) em condições controladas de câmara seca, Campina Grande - PB .....	35

11.	Valores médios da percentagem de germinação de sementes de feijão <i>vigna</i> para interação entre impactos x períodos em condições controladas de câmara seca, Campina Grande – PB.....	60
12.	Valores médios da percentagem de germinação de sementes de feijão <i>vigna</i> para a interação impactos x variedades em condições controladas de câmara seca, Campina Grande- PB.....	61
13.	Valores médios da percentagem de germinação de sementes de feijão <i>vigna</i> para a interação impactos x umidade em condições controladas de câmara seca, Campina Grande- PB.....	61
14.	Valores médios da percentagem de germinação de sementes de feijão <i>vigna</i> para a interação variedades x períodos em condições controladas de câmara seca, Campina Grande - PB .....	61
15.	Coefficiente de correlação simples entre os parâmetros de avaliação da viabilidade das sementes de feijão <i>vigna</i> para as condições ambientais de armazenamento.....	37
16.	Coefficiente de correlação simples entre os parâmetros de avaliação da viabilidade das sementes de feijão <i>vigna</i> para as condições controladas de câmara seca de armazenamento.....	37
17.	Resumo das análises de variância e de regressão para IVE das variedades Cedinha e Rabo de Tatu com 13,5% e 7,3% de umidade (bu) em condições ambientais de Alagoinha – PB.....	39
18.	Valores médios adimensionais do IVE de sementes de feijão <i>vigna</i> para interação umidade x variedades em condições ambientais de Alagoinha, PB .....	62
19.	Valores médios adimensionais do IVE de sementes de feijão <i>vigna</i> para interação variedades x períodos de armazenamento em condições ambientais de Alagoinha, PB .....	62
20.	Valores médios adimensionais do IVE de sementes de feijão <i>vigna</i> para a interação umidade x períodos de armazenamento em condições ambientais de Alagoinha, PB .....	62
21.	Resumo das análises de variância e de regressão para IVE das variedades Cedinha e Rabo de Tatu com 13,5% e 7,3% de umidade (bu) em condições controladas de câmara seca, Campina Grande – PB .....	43
22.	Valores médios adimensionais do IVE de sementes de feijão <i>vigna</i> para a interação impactos x variedades em condições controladas de câmara seca, Campina Grande- PB .....	63

23.	Valores médios adimensionais do IVE de sementes de feijão <i>vigna</i> para a interação impactos x umidade em condições controladas de câmara seca, Campina Grande – PB .....	63
24.	Valores médios adimensionais do IVE de sementes de feijão <i>vigna</i> para interação umidade x variedades em condições controladas de câmara seca, Campina Grande - PB .....	63
25.	Valores médios adimensionais do IVE de sementes de feijão <i>vigna</i> para a interação entre impactos x períodos em condições controladas de câmara seca, Campina Grande - PB .....	64
26.	Valores médios adimensionais do IVE de sementes de feijão <i>vigna</i> para a interação variedades x períodos em condições controladas de câmara seca, Campina Grande - PB .....	64

## RESUMO

No processamento de sementes, logo após a colheita e debulha, estas são encaminhadas a Usina de Beneficiamento de Sementes (UBS), onde através de elevadores são conduzidas às máquinas de pré-limpeza, limpeza, separação e classificação, tratamento, embalagem e transporte para o armazenamento. O presente trabalho foi desenvolvido para investigar os impactos mecânicos sofridos pelas sementes de duas variedades de feijão *vigna* (Cedinha e Rabo de Tatu) com dois teores de umidade (13,5% e 7,3% b.u.) ao passarem pelas operações impostas depois da colheita, debulha e pela UBS e suas consequências no decorrer do armazenamento. Foram utilizadas as sementes com pureza acima de 95%, as quais foram submetidas às operações da UBS. Ao longo do sistema de operação foram coletadas amostras para analisar e verificar os danos devidos aos impactos mecânicos. As amostras de trabalho foram logo submetidas aos testes de germinação e aos diferentes testes de vigor. E, em seguida, outras amostras foram armazenadas nas condições ambientais de Alagoinha - PB, e nas condições controladas de câmara seca em Campina Grande - PB. As sementes com a umidade 7,3% da variedade Rabo de Tatu são mais susceptíveis a quebra ocasionada pelos impactos durante o processo de beneficiamento; as sementes das duas variedades estudadas, demonstraram ante o tempo de armazenamento, os impactos sofridos e os teores de umidade iniciais, tendências e um mesmo comportamento, embora quantitativamente diferentes e que os impactos sofridos pelas sementes na UBS durante o seu beneficiamento não exerceram efeitos imediatos sobre a germinação e o vigor das sementes. O teste de vigor que melhor correlacionou com o teste padrão de germinação (TPG) foi o índice de velocidade de emergência (IVE), com um coeficiente de correlação acima de 97%, podendo ser empregado na avaliação do vigor dessas sementes.

Palavras-chave: danos mecânicos, feijão *vigna*, armazenamento e viabilidade

**ABSTRACT**

In the processing of seeds, soon after the crop and it thrashes, these are directed to the Plant of Improvement of Seeds, where through elevators the machines of before-cleaning, cleaning, separation and classification, treatment, packing and storage are led. This work was developed to investigate the mechanical impacts suffered by the seeds of two varieties of bean *vigna* (Cedinha and Rabo of Tatu) with two moisture contents (13,5% and 7,3% w.b.) to the they go by the operations imposed after the crop and it thrashes and your consequences in elapsing of the storage. The seeds were used with purity above 95%, so that it could submit them the operations of Plant of Improvement of Seeds. In each operation place samples were collected to analyze and to verify the damages happened through the impacts. The work samples were soon submitted to the germination tests and the different vigor tests. And, soon after, other samples were stored in the environmental conditions of Alagoinha - PB, and in the controlled conditions of camera it evaporates in Campina Grande - PB. The seeds with the humidity 7,3% of the variety Rabo de Tatu are more fragile the break caused by the impacts during the improvement process; the seeds of the two studied varieties, demonstrated in the face of the time of storage, the suffered impacts and the initial humidity tenors, tendencies and a same behavior, although with different amounts although with different amounts and that the suffered impacts for the seeds during your improvement didn't exercise immediate effects on the germination and the vigor of the seeds. The vigor test that best correlated with the standard test of germination it was the index of emergency speed, with a correlation coefficient above 97%, could be used in the evaluation of the vigor of those seeds.

Key words: mechanical damages, *Vigna* bean, storage and viability

# **1. INTRODUÇÃO**

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura do feijão no Brasil é uma das mais importantes, não somente por fazer parte, em boa proporção, da massa alimentar da população, mas por envolver, também, uma grande área de produção cultivada na maior parte, por pequenos agricultores. Sendo 77% de toda a produção de feijão proveniente do gênero *Phaseolus* e 23% do gênero *Vigna*, onde a região Nordeste é a principal produtora, em termos de área plantada e produção, lembrando que cerca de 60% de toda a produção é do gênero *vigna* (Yokoyama et al., 2000).

Nos últimos dois anos a produção brasileira de feijão oscilou entre 2,7 e 3,08 milhões de toneladas (CONAB, 2003), tendo o estado da Paraíba participado com 12 e 56 mil toneladas, em uma área plantada de 30 e 160 mil hectares, respectivamente (Papes, 2002). No entanto, entre as grandes culturas como o arroz, o milho, a soja e o trigo; o feijão é a que apresenta as menores produções por unidade de área. Neste campo – produção, os tecnólogos de sementes afirmam que uma boa semente depende de práticas de controle de qualidade na lavoura, procedimentos específicos no processamento, boas condições de armazenagem e testes de laboratório para aferir seus atributos.

No estado da Paraíba a grande maioria dos produtores de feijão e praticamente todos os pequenos produtores de *vigna* utilizam na semeadura a mesma semente usada para a alimentação. A colheita consiste, normalmente, do arrancamento manual das plantas, secagem ao sol no terreiro e posterior batedura e raramente usa-se máquinas combinadas.

No processamento, tanto as sementes quanto os grãos, são submetidos a debulha mecânica ou manual, as primeiras com o auxílio de máquinas pneumáticas atreladas ao trator e as segundas com uso de varas na batedura das plantas espalhadas nos terreiros, completando-se o processo com a abanação e ensacamento manuais. No caso específico de sementes, depois do ensacamento, essas são encaminhadas à Usina de Beneficiamento de Sementes (UBS) em que, por meio de elevadores são conduzidas às máquinas de pré-limpeza, limpeza, separação e classificação, tratamento e embalagem.

Em função da morfologia da semente de feijão possuir tegumento delicado e, principalmente, pela posição lateral e superficial do embrião, mostra-se sujeita às avarias mecânicas durante as etapas impostas pela UBS.

Essas operações complementam as atividades de campo e preparam a semente para o período de repouso até a comercialização e futuro plantio da safra seguinte. Portanto, em apoio aos programas de controle de qualidade de sementes que têm como objetivo básico identificar problemas e suas possíveis causas, visando o controle de todas as etapas da produção de sementes que assegurem a comercialização do produto com elevada qualidade genética, física, fisiológica e sanitária, se faz necessário estudar sobre injúrias mecânicas ocorridas com feijão *vigna* durante a colheita e etapas posteriores até o armazenamento.

Sabe-se que, ademais aos danos visíveis representados por rachaduras, quebras e sementes fragmentadas, as sementes danificadas podem sofrer reduções na germinação e vigor, logo depois da incidência do dano ou posteriormente (efeito latente) ao longo da armazenagem (Vieira, 1991). Por estas razões e porque a cultura é de grande potencial para o Brasil, notadamente para a região Nordeste, o trabalho se propõe a investigar os impactos mecânicos sofridos pelas sementes de duas variedades de feijão *vigna* com dois teores de umidade ao passarem pelas operações impostas depois da colheita e debulha e pela UBS e suas conseqüências no decorrer do armazenamento e, especificamente:

- ✓ Identificar e avaliar os danos sofridos por duas variedades de sementes de feijão *vigna* (Cedinha e Rabo de Tatu) com 13,5 % e 7,3 % de umidade durante as operações de beneficiamento na UBS;
- ✓ Estudar a viabilidade das sementes de feijão *vigna* ao longo de 6 meses de armazenamento em condições ambiental e controlada de 10 °C e 30% de umidade relativa do ar.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 – Impactos e Danos Mecânicos**

As sementes colhidas manual ou mecanicamente, vêm acompanhadas de impurezas como pó, pedaços de folhas, colmo e outras partes das plantas, bem como de terra e pedras (Almeida et al., 1997). Assim, antes da armazenagem as sementes devem ser submetidas a um processo de separação para a retirada do excesso das impurezas e para a classificação; operações realizadas na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS).

A passagem da massa de semente pelas diferentes mecanismos na UBS, promove danos mecânicos visíveis (imediatos) e não visíveis (latentes) representados por trincas microscópicas e abrasões que se manifestam durante o armazenamento. Ademais, Andrade et al. (1999) observaram que, a intensidade de injúrias mecânicas em sementes de feijão se eleva com o aumento da velocidade dos impactos ao qual as sementes estão sujeitas, apresentando maior intensidade para aquelas com menor teor de umidade. O nível de danificação, causado às sementes, é variável com a velocidade do impacto, tendo sido classificado como tegumento rompido, cotilédones separados e partidos. Paiva et al. (2000) consideram que a intensidade e gravidade dos danos mecânicos causados às sementes na operação de beneficiamento dependem do tipo de operação e dos equipamentos utilizados, onde as sementes impactadas com velocidades mais elevadas apresentaram os piores resultados de integridade física, observando-se desde o rompimento do eixo hipocótilo – radícula até a separação dos cotilédones. Quanto mais proeminente for esse efeito, mais as sementes apresentarão rompimento na parte do tegumento que sofreu o impacto; já quando a velocidade do impacto for menor, os efeitos destas danificações não serão tão visíveis, o que pode ser explicado pelo fato de que sementes aparentemente intactas depois de sofrerem impactos apresentam danificações e rompimentos da estrutura celular interna, que só serão detectados por um teste de vigor (Buitrago et al., 1991).

Um dos principais fatores que dificultam a obtenção de sementes de alta qualidade, referenciado por Baudet et al. (1978), é o dano mecânico que estas sofrem durante as sucessivas vezes em que os lotes são manuseados nos diversos equipamentos de uma UBS; por ser a danificação mecânica um dos principais fatores de avaliação da qualidade da semente.

Segundo Andrade et al. (1999) a injúria mecânica, juntamente com a mistura varietal, são apontadas pelos tecnologistas como uns dos mais sérios problemas da produção de sementes por constituir-se em um problema praticamente inevitável, devido as principais fontes desse dano ter lugar em todas as etapas do processo produtivo (colheita, beneficiamento, armazenamento e transporte). Essas danificações são provocadas por impactos nas sementes, devido aos vários fatores como tensão aplicada na quebra das sementes, umidade, dureza e características genóticas do produto, influência e susceptibilidade à quebra, a qual se refere ao potencial de fragmentação do produto quando esse é submetido a uma força de impacto durante o beneficiamento ou transporte (Gunasekaran e Muthukumaratpan, 1993) em que as sementes passam por elevadores, transportadores e máquinas, sofrendo quedas, que causam lesões ou danos no tegumento, endosperma e embrião (Martins Netto et al., 1999).

O problema das danificações mecânicas em sementes vem merecendo a atenção dos pesquisadores, devido aos seus pronunciados efeitos deletérios. As principais causas responsáveis por esses danos são impactos e abrasões sofridos pelas sementes durante as fases do processo de beneficiamento e armazenamento. Acredita-se que as sementes mais sensíveis a tais danificações ou injúrias são as graúdas, de tegumento relativamente delicados e de embriões ocupando posição mais superficial (Abrahão, 1971).

O efeito acumulativo da danificação mecânica foi citado por Pollock e Ross (1972) que indicaram que, nas instalações de beneficiamento de sementes, um lote em particular enfrenta de duas a seis passagens, quando as sementes são elevadas e lançadas nas diferentes máquinas e depósitos, entrando em contato, muitas vezes, com superfícies duras ou com outras sementes.

Esses danos mecânicos são devidos às forças externas, sob condições estáticas e, ou, dinâmicas, ou às forças internas resultantes de mudanças sofridas em consequência da variação de temperatura e do grau de umidade ou consequência das mudanças biológicas e químicas (Mohsenin, 1970). Além desses fatores, a operação de colheita, a

secagem com ar aquecido a altas temperaturas e o manuseio deficiente das sementes durante o beneficiamento as tornam mais suscetíveis aos impactos (Moraes et al., 1980).

Segundo Carvalho e Nakagawa (1988) juntamente com a mistura varietal, a injúria mecânica é conseqüência da mecanização das atividades agrícolas, constituindo um problema praticamente inevitável, pois, as principais fontes de injúria encontram-se em todas as etapas do processo produtivo: colheita, beneficiamento, armazenamento e transporte.

De acordo com Silva (1995) os danos causados às sementes no processo de deterioração são: perda da germinação, descoloração, aumento do teor de ácidos graxos das sementes, e degradação da qualidade fisiológica. Além do mais, sementes mecanicamente danificadas, aparentemente normais, são menos vigorosas, em razão da deterioração fisiológica provocada pelo impacto ou pelo dano físico resultante de fissuras internas nas regiões sensíveis da semente.

Quando os danos são visíveis, com sementes partidas e com rupturas no tegumento, as sementes quebradas podem ser separadas por máquinas de limpeza. Os danos não visíveis, com rupturas de pequena proporção no tegumento, são difíceis de serem detectados logo após a colheita, e tornam as sementes susceptíveis a fungos e insetos, diminuindo a qualidade fisiológica das sementes (Chaves et al., 1992; Souza et al., 2002). Os danos não visíveis, também conhecidos por danos latentes que, segundo Costa et al. (1979) correspondem àqueles que irão manifestar-se durante o armazenamento, com queda da qualidade fisiológica da semente, são representados por trincas microscópicas e abrasões.

A região da semente atingida pelo impacto é muito importante para uma análise mais eficiente dos danos mecânicos. Uma rachadura sobre os cotilédones pode não ser particularmente prejudicial, ao passo que um impacto severo sobre a área do eixo hipocótilo - radícula pode produzir plântulas deformadas ou com estruturas fraturadas (Moraes et al., 1980).

Pesquisas realizadas por Leford e Russel (1985) demonstraram que os menores percentuais de danos mecânicos durante a colheita ocorreram quando as sementes apresentavam umidade na faixa de 15 a 20 %. No entanto, segundo Delouche, citado por Moraes et al. (1980), sementes de soja tornam-se muito quebradiças e suscetíveis às injúrias por forças mecânicas quando o teor de umidade está pouco abaixo de 13 %.

Os efeitos prejudiciais do dano sobre a qualidade das sementes de sorgo estudados por Martins Netto et al. (1999) foram evidenciadas pelas percentagens de

danos entre 3 % a 20 %, correlacionadas com a germinação e testes de vigor. Pois, as amostras apresentaram diferentes níveis de dano, onde os percentuais de dano total se referem, basicamente, aos pequenos danos ou danos considerados leves.

De acordo com o estudo feito por Andrade et al. (1999) a intensidade de injúria mecânica eleva-se com o aumento nas frequências dos impactos, apresentando maior intensidade para as sementes de feijão com menor teor de umidade final (11% b.u.). Evans et al. (1990) trabalhando com danos mecânicos em soja, concluíram também que o teor de umidade e o número de impactos são fatores importantes que definem a severidade dos danos mecânicos nas sementes.

## *2.2 – Viabilidade em Sementes*

A qualidade de sementes pode ser expressa pela interação de quatro componentes: genético, físico, fisiológico e sanitário. No presente estudo o interesse são os componentes fisiológicos, que se refere ao potencial de longevidade da semente e a sua capacidade para gerar planta perfeita e vigorosa. De acordo com Ambrosano et al. (1999), a qualidade fisiológica diz respeito a atributos intrínsecos à semente, os quais determinam a sua capacidade de germinar e emergir rapidamente para que a cultura se estabeleça e produza plantas vigorosas, mesmo quando as condições no plantio não sejam as mais adequadas. Essa capacidade fisiológica de desempenho da semente é modificada continuamente com o tempo, sendo tais modificações conhecidas como processo de deterioração, que é irreversível, culminando com a morte da semente.

O teste de germinação é o método mais usado e reconhecido para medição da qualidade fisiológica da semente, embora tenha as suas limitações, pois as condições a que a semente é submetida para germinar são próximas às mais adequadas (Bragantini, 1996).

Segundo Vieira et al. (1993) o componente fisiológico é influenciado pelo ambiente em que as sementes se formam e pelas condições de colheita, de secagem, de beneficiamento e de armazenamento.

Filgueiras (1981) relata que, o teste padrão de germinação por ser realizado em condições controladas (ótimas) para cada espécie de semente, raramente é capaz de

predizer sobre o "stand" no campo, onde as condições nem sempre se equivalem favoravelmente. Resultados diferentes foram obtidos por Santos (1995) com sementes de feijão macassar, onde o teste padrão de germinação não foi eficiente o suficiente para mostrar diferenças marcantes de qualidade entre os lotes das sementes estudadas.

Na maturação fisiológica, a semente de feijão atinge máxima qualidade, sendo que, após este estágio, todos os acontecimentos, destacando os danos mecânicos, contribuem para uma perda gradual, ou rápida, da qualidade do produto. Tais danos prejudicam a qualidade fisiológica das sementes para utilização na agricultura, visto que o produto que sofre injúria tem valor de mercado reduzido, não só pelo seu aspecto visual, como também pela redução em sua viabilidade, sendo ainda foco de deterioração afetando as sementes sadias (Andrade et al., 1999).

As Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), definem que a germinação é a capacidade da semente produzir uma plântula que, pelas características de suas estruturas essenciais, demonstre sua aptidão para produzir planta normal sob condições favoráveis de campo.

Para Spina e Carvalho (1986) se o lote de sementes apresenta alta homogeneidade, a qualidade fisiológica da semente pode ser bem avaliada através do teste padrão de germinação. Entretanto, se o mesmo apresenta alto grau de heterogeneidade, os testes de vigor representam melhor o desempenho do lote no campo.

O vigor da semente é a soma daquelas propriedades que determinam o nível de atividade e o desempenho da semente ou do lote durante a germinação e a emergência da plântula (ISTA, 1981) onde as sementes que apresentam um bom desempenho são classificadas de vigorosas e as de baixo desempenho, são consideradas de baixo vigor, cujos resultados são expressos em termos comparativos entre as amostras analisadas. Desta forma, o vigor compreende o potencial para uma emergência rápida e uniforme e o desenvolvimento de plântulas normais sob uma ampla faixa de condições ambientais (AOSA, 1983; Lopez, 1989).

Na atualidade os testes de vigor estão sendo utilizados no controle de qualidade, para evitar o manuseio e a comercialização de sementes de qualidade inadequada (Krzyzanowski e França Neto, 1991).

Vieira e Carvalho (1994) afirmam que embora tenham sido desenvolvidos grandes números de testes para a avaliação do vigor, alguns apresentam maiores

possibilidades de uso, com probabilidades de padronização dentro de uma mesma espécie, enquanto outros apresentam uso mais restrito.

Os testes de vigor têm como objetivo fornecer informações complementares às obtidas no teste de germinação, sendo capazes de detectar com maior precisão os avanços da deterioração, permitindo orientar melhor os agricultores na seleção de lotes com qualidade fisiológica mais elevada, e a identificação de possíveis diferenças significativas de lotes que apresentem poder germinativo similar, e avaliar o potencial de armazenamento (Vieira, 1991).

A utilização de vários testes de vigor, retratam melhor o comportamento das sementes sob uma ampla faixa de condições ambientais, enquanto o teste padrão de germinação, não avalia com rigor a qualidade fisiológica da semente, por oferecer condições altamente favoráveis, de modo a obter plântulas normais, mesmo aquelas que apresentam elevado grau de deterioração (Germano, 1997; Salinas et al., 2001).

A indústria de sementes, nos EUA, começou a utilizar testes de vigor em sementes no final da década de 40, com o desenvolvimento do teste frio. A partir daí vários outros testes foram desenvolvidos, o que resultou no aumento do uso de testes de vigor, especialmente para sementes de milho, soja, algodão e sorgo (Tekrony, 1983).

Baseado em relatos recentes, parece claro que os testes de vigor, hoje, têm uma grande contribuição a dar ao sistema de produção de sementes, principalmente se seus resultados forem usados para tomadas de decisões internas da empresa produtora de sementes. Isso porque, já há evidências de que, dentro de um mesmo laboratório, testes tais como envelhecimento precoce, teste frio e de condutividade elétrica apresentam alto grau de padronização e reprodutibilidade, tanto em termos de metodologias de execução como de interpretação dos resultados obtidos (Krzyzanowski e Miranda, 1990; Bias et al., 1999). Tanto é assim que, alguns destes testes têm sido efetivamente usados no laboratório de controle de qualidade de grandes companhias de sementes (Delouche, 1976). Inclusive, o teste do envelhecimento precoce tem sido recomendado nos EUA para avaliar o desempenho de lotes de sementes de soja sob condições de campo, bem como para prever o seu potencial de armazenamento (AOSA, 1983).

A importância de avaliar o vigor difere do vigor de sementes em si (Woodstock, 1973; Caliani e Marcos Filho, 1990). Para esses autores, a avaliação do vigor de sementes pode ser útil para o agricultor sob vários aspectos: permite a decisão sobre a compra de determinado lote, ajuda na decisão de que lote deverá ser utilizado no início

da estação de plantio, que quantidade de sementes deve ser utilizada por área e que uniformidade pode-se esperar para a população de plantas por área.

Não se pode deixar de reconhecer que a avaliação do vigor de sementes, como rotina pela indústria sementeira, tem evoluído à medida que os testes disponíveis vêm sendo aperfeiçoados, fornecendo maior precisão e reprodutibilidade dos resultados, o que é de extrema importância na tomada de decisão pelo sistema de produção e comercialização. Esses testes apresentam grandes perspectivas de uso no controle de qualidade, tendo em vista que evitam o manuseio e a comercialização de sementes de qualidade inadequada (Krzyzanowski e França Neto, 1991).

Bias et al. (1999) avaliando a qualidade fisiológica de sementes de feijão *vigna*, verificaram que para as cultivares EPACE-10 e IPA-206, as informações obtidas nos testes de laboratório forneceram resultados que permitiram identificar os lotes com potenciais fisiológicos mais elevados e mais baixos, bem como monitorar o comportamento da qualidade fisiológica das sementes durante o período de armazenamento.

### **2.3 - Umidade da Semente**

O conhecimento do teor de umidade das sementes é essencial para se determinar as condições adequadas para o beneficiamento e o armazenamento, uma vez que, representa o principal fator intrínseco que se deve conhecer quando se deseja uma perfeita estocagem (Almeida et al., 1997).

A danificação mecânica e o teor de umidade das sementes estão intimamente ligados entre si. Bunch (1962) referiu-se ao trabalho de vários pesquisadores, que observaram em sementes de feijão com 8 % de umidade redução da germinação de 95 para 53 %, com uma única queda de 1,8 m, ao passo que sementes com 12 % de umidade resistiram a 5 quedas de 1,8 m antes de reduzir consideravelmente sua germinação.

Toledo (1971) estudando vários aspectos ligados a danificações mecânicas em sementes de feijão, entre os quais, o teor de umidade das sementes no ambiente de conservação controlada, verificou que o efeito de choques sobre a germinação se revelou influenciado pelo teor de umidade da semente usada no armazenamento em três níveis.

Em todos eles a germinação sofreu decréscimo com o número de choques, porém, no nível mais alto de umidade, a germinação foi maior que nos demais, para um dos choques.

Para um armazenamento seguro o teor de umidade do lote de sementes deve estar entre 9 e 14 %, usando-se como referência geral, a umidade de 13% para conservação de sementes acondicionadas em embalagens permeáveis, durante o período de entressafra. Teores de umidade superiores a 13% provocam aumento da taxa respiratória da semente e acima de 17%, além de conduzir a uma rápida deterioração, também propiciam o desenvolvimento de fungos. Para sementes acondicionadas em embalagens herméticas recomenda-se reduzir o teor de umidade para, respectivamente, 9 e 6% (Harrington, 1972).

A relação entre a umidade das sementes e as temperaturas de armazenamento sugerem que o êxito de um período de estocagem seja mantida controle de temperatura e umidade relativa do ar, até certo nível pois será utilizada para vários lotes de sementes, sem depreciação durante o período de estocagem até seu futuro uso (Powell, 1995).

É necessário portanto, definir as condições adequadas ao armazenamento, uma vez que, a variação do teor de umidade da semente, depende do teor de umidade inicial e das condições com que as mesmas serão expostas (Paiva et al., 2000). Merch e Gomes (1982) recomendam que para cada espécie de semente sejam estabelecidos teores de umidade ideais para o armazenamento, acima dos quais os produtos ficam predispostos à deterioração e ao desenvolvimento de microorganismos, e que tais teores podem ser específicos para cada região.

As pesquisas de Couto e Alvarenga (1998) relataram que as sementes de soja com umidade entre 12,8 % a 14,8 %, resistiram a alturas maiores de queda do que com teores de umidade inferiores.

## *2.4 - Armazenamento*

O armazenamento tem como principal objetivo preservar o vigor e a germinação do lote e, conseqüentemente, retardar o envelhecimento e a morte da semente. De acordo com Alves et al. (2001) a capacidade de conservação da semente no armazém é influenciada por dois fatores ambientais, a temperatura e a umidade relativa do ar, e por dois fatores inerentes à própria semente, ou seja, seu teor de água e sua história prévia.

A semente é um organismo vivo e como tal requer oxigênio, água e temperatura adequada para manutenção dos processos vitais. O armazenamento visa preservar esses processos em atividade mínima para a sobrevivência da semente. A interação da temperatura e da umidade altera o metabolismo, aumentando ou diminuindo o processo respiratório. Quanto mais altas forem as umidades e a temperatura maior a taxa respiratória e, conseqüentemente, maior o autoconsumo das substâncias de reserva da semente. Uma taxa respiratória elevada contribuirá para um consumo mais rápido das substâncias de reserva, com a conseqüente diminuição da capacidade germinativa e redução da vida da semente. Por outro lado, quanto mais baixa a temperatura e a umidade relativa, maior a possibilidade de se aumentar a vida útil da semente (Vieira et al., 2000).

Os impactos mecânicos afetam o potencial de armazenagem reduzindo a germinação e o vigor. O beneficiamento pode aumentar a susceptibilidade a danos mecânicos, conforme a variedade e seu teor de umidade durante as suas etapas, conseqüentemente, ocorrendo a potencialização desta susceptibilidade durante o armazenamento (Andrade et al., 1999).

Delouche e Potts (1974) afirmam que o alto teor de umidade das sementes armazenadas é uma das principais causas de perdas do poder germinativo e do vigor, afetando a qualidade não só no período de armazenamento, como também durante as operações de beneficiamento, por isto recomendam que após a colheita, deve-se reduzir a umidade das sementes amiláceas para uma faixa de 13 – 12%, e para as sementes oleaginosas, 10 – 8 %.

Sterling (1981) verificou que na região de Costa Rica, 84 % dos agricultores armazenam sementes de feijão de sua última safra com teor de umidade em torno de 16 a 18%, e que esta elevada umidade e o acondicionamento em saco de juta e de

polipropileno comumente utilizados, favoreceu ao ataque de fungos e insetos, acelerando a perda de vigor e reduzindo a germinação.

Viggiano e Medina (1987), estudando o acondicionamento de sementes de feijão-vagem com diferentes umidades e em embalagens permeável e impermeável, verificaram que a germinação permaneceu inalterada por seis meses, quando as mesmas foram armazenadas com 7,5 % de umidade em embalagem impermeável. Por outro lado, a germinação foi nula aos 9 meses de armazenamento em câmara seca, com 30°C e umidade de 13,2% e 10,1%.

Na pesquisa feita por Alves et al. (2001), observou-se que, independentemente do teor de umidade de colheita, a susceptibilidade à quebra dos grãos tende a aumentar durante o período de armazenamento, sendo mais acentuada nas umidades acima de 15%.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícola (LAPPA) do Departamento de Engenharia Agrícola (DEAg) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) da Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária do Estado da Paraíba (EMEPA-PB) localizada no município de Alagoinha – PB.

Foram utilizadas duas variedades de sementes de feijão macassar (*Vigna unguiculata* L., Walp.) denominadas de Cedinha e Rabo de Tatu, com dois teores de umidade (13,5 e 7,3 %) adquiridas de agricultores idôneos através da EMEPA – Alagoinha, da safra 2001/2002, colhidas manualmente.

Antes do início dos trabalhos as sementes das duas variedades foram submetidas à mesa de gravidade para uma classificação, sendo utilizado no estudo as sementes retidas nas duas primeiras cavidades da mesa, denominada de bicas coletoras.

Depois da classificação das sementes na mesa de gravidade, formaram-se dois lotes de cada variedade, com aproximadamente 220 Kg cada lote, os quais foram submetidos às operações da UBS, obedecendo ao esquema operacional da Figura 1, onde em cada passagem (operação) foram coletados 6 Kg de sementes para a formação das amostras de trabalho, correspondente a cada dano de cada variedade (Cedinha e Rabo de Tatu) com 13,5 e 7,3 % de umidade.

Com relação aos teores de umidade, as sementes de feijão foram colhidas com 13,5%, sendo que a outra metade do material colhido no campo foi submetida à secagem natural, seguindo o método de secagem adotado por Herart et al. (1981) para alcançar o teor de umidade de 7,3%.

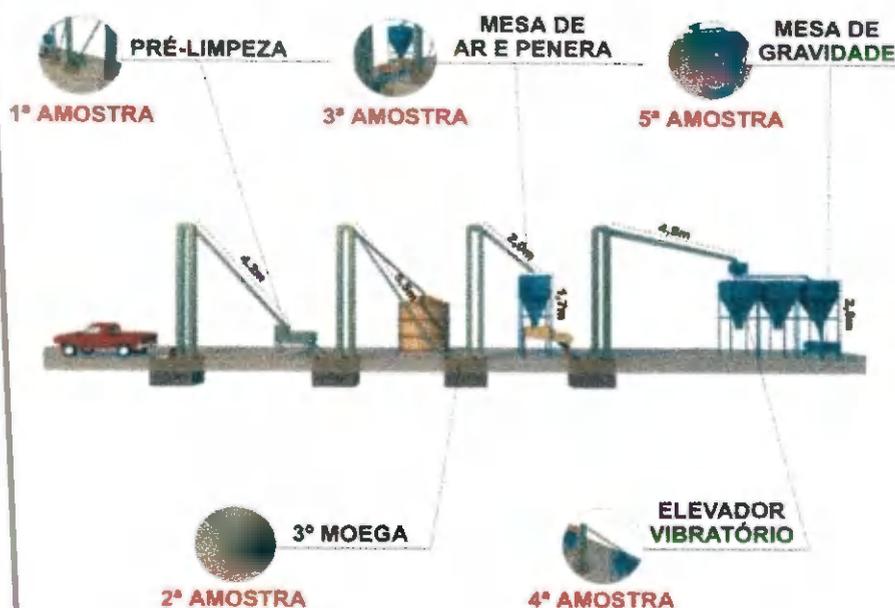


Figura 1. Esquema operacional do beneficiamento das sementes de feijão na UBS de Alagoinha – PB (As dimensões expressas não obedecem escalas).

Logo depois da formação das amostras, as subamostras de 1 Kg foram retiradas para as avaliações propostas: danos mecânicos, germinação e vigor, utilizando-se na sua caracterização e ao longo da armazenagem os seguintes parâmetros:

### ***3.1 - Análise de Pureza Física***

Os testes para determinar a pureza física das sementes foram realizados de acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992) exceto a quantidade de sementes que foi utilizada. Para o cálculo das impurezas pesaram-se todas as partículas presentes na amostra, bem como as sementes defeituosas, fragmentos, sementes de outras espécies, detritos vegetais e corpos estranhos de qualquer natureza não oriundos da cultivar considerada, retidos na quarta bica coletora da mesa de gravidade da UBS onde as sementes foram beneficiadas. A percentagem de pureza foi determinada pela

relação entre a massa das sementes puras e a massa inicial da amostra, mediante o modelo matemático.

$$Pf = 100 \left[ 1 - \frac{Mi}{Mm} \right]$$

em que,

*Pf* – pureza física de sementes, %;

*M<sub>i</sub>* – massa de impureza e material estranho, g;

*M<sub>m</sub>* – massa inicial da amostra, g.

### *3.2 – Teor de Umidade*

Foi realizado conforme prescrição da Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992), utilizando-se do método da estufa a 105 °C ± 3 °C, durante 24 horas, com duas repetições de 20 g cada.

A redução da umidade do segundo lote de sementes de feijão foi obtida espalhando sobre uma lona para secagem ao sol, sendo constantemente revolvida e pesada várias amostras de 10 Kg de sementes, visando alcançar a umidade de 7,3 %, conforme o modelo matemático estabelecido por Herart et al. (1981).

$$W_2 = \frac{100 - A}{100 - B} \cdot W_1$$

em que,

A – teor de umidade inicial (%)

B – teor de umidade desejada (%)

W<sub>1</sub> – peso inicial da amostra (kg)

W<sub>2</sub> – peso final da amostra (kg)

### **3.3 – Danos Mecânicos**

Logo depois da passagem da amostra em cada etapa do beneficiamento (Figura 1) os danos foram avaliados visualmente, utilizando-se uma amostra de 800 g, distribuídas em quatro repetições de 200 g. Para isso, foi utilizado uma bancada com fundo branco por promover uma melhor identificação, conforme recomenda Andrade et al. (1999). Os danos mecânicos foram classificados em três níveis:

- I – Danos Leves: sementes com o tegumento visualmente rompido ou fissuras;
- II – Danos Intermediários: sementes partidas, apresentando partes inteiras, sendo cada uma dessas partes maior que a metade;
- III – Danos Severos: sementes partidas ao meio.

Depois da separação, conforme o dano, e da pesagem das sementes para cada tipo de dano, calculou-se o índice de danos mediante a expressão recomendada por Souza et al. (2002):

$$D = 100 \cdot \frac{M_d}{M_m}$$

em que,

$D$  = índice de danos mecânicos, %

$M_d$  = massa de sementes com danos mecânicos, g

$M_m$  = massa inicial da amostra, g

### **3.4 – Teste Padrão de Germinação (TPG)**

Foi realizado com 200 sementes por tratamento, distribuídos em quatro repetições de 50 sementes, tendo como substrato areia esterilizada em estufa a 130 °C durante quatro horas, para evitar contaminação. A semeadura foi feita em bandeja plástica, mantida em condições de ambiente com temperatura média de 28 °C e umidade relativa de 70 %, durante oito dias. Após este período foi avaliado o percentual de plântulas normais seguindo critérios contidos nas Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

### 3.5 – Primeira Contagem do TPG

Foi realizado no quinto dia após a instalação do TPG, simultaneamente com o mesmo, obedecendo as recomendações de Vieira e Carvalho (1994). As amostras que apresentaram maior percentagem de plântulas normais na primeira contagem para o teste padrão de germinação, foram consideradas as mais vigorosas. Os dados obtidos neste teste foram empregados para calcular a percentagem para cada repetição.

### 3.6 – Emergência e Índice de Velocidade de Germinação

Foram realizados juntamente com o TPG, a partir do início da emergência, diariamente computando-se o número de plântulas emergidas até o último dia, estabelecido para a leitura do TPG. Os cálculos para estes parâmetros foram feitos segundo metodologia proposta por Vieira e Carvalho (1994):

$$VE = \frac{\sum_{i=1}^n NiEi}{\sum Ei}$$

$$IVE = \sum_{i=1}^n \left( \frac{Ei}{Ni} \right)$$

em que:

$VE$  = Velocidade de emergência;

$IVE$  = Índice de velocidade de emergência;

$Ni$  = numero de dias na primeira, segunda, terceira, ..., n-ésima contagens

$Ei$  = numero de plântulas emergidas na primeira, segunda, terceira, ..., n-ésima contagens

### **3.7 – Comprimento de Plântulas**

Foi realizado com as 10 plântulas da fileira central do TPG, medindo-as desde a inserção da radícula até as folhas primárias, com uma régua milimetrada. Os resultados foram obtidos, dividindo-se o somatório dos valores encontrados para as diversas sementes germinadas pelo número de sementes utilizadas em cada repetição (Vieira, 1991).

### **3.8 – Peso de Matéria Seca**

Para a determinação da matéria seca, foi coletado as plântulas inteiras, exceto as raízes, fazendo corte horizontais ao nível do solo, provenientes do TPG. Em seguida, foram introduzidos em recipientes de papel e colocados em uma estufa de ventilação forçada a 80 °C por um período de 24 horas. As repetições foram pesadas em balança analítica com três casas decimais e determinado o peso da matéria seca total das plântulas, o qual foi dividido pelo número de plântulas componentes, resultando no peso da matéria seca por plântula, expresso em gramas por plântulas (Vieira e Carvalho, 1994).

### **3.9 – Envelhecimento Precoce**

O teste de envelhecimento precoce ou acelerado foi conduzido pelo método do Gerbox adaptado conforme prescrição de Vieira e Carvalho (1994), a 42 °C por 72 horas. A avaliação foi feita em 200 sementes, através do teste padrão de germinação, de acordo com teste padrão de germinação descrito no item 3.4.

### **3.10 - Armazenamento**

Após a coleta das sementes em cada local de passagem pela UBS, para cada variedade, em seu nível de umidade (13,5 e 7,3 %), estabeleceu-se amostras de trabalho de 6 Kg de sementes, já relatado anteriormente, os quais foram distribuídos em seis partes iguais de 1 Kg em invólucros de papel multifoliado e levados para o armazenamento em câmara seca pertencente a Embrapa Algodão, com temperatura de 10 - 12 °C e umidade relativa de 30 - 32 %; e armazenamento em ambiente da UBS (EMEPA - Alagoinha) sem controle de temperatura e umidade relativa do ar.

A cada período, depois da instalação do experimento, foi retirado um recipiente contendo as sementes impactadas em cada passagem pela UBS, de cada variedade e local de armazenamento, escolhido aleatoriamente, para a análise de germinação e do vigor ao longo dos quatro períodos de armazenagem (P<sub>0</sub>, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> e P<sub>3</sub>). Em que, P<sub>0</sub> corresponde a análise imediata aos danos e P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> e P<sub>3</sub> a 60, 120 e 180 dias de armazenamento, respectivamente.

### **3.11 - Delineamento Estatístico**

A análise inicial dos experimentos dos danos sofridos pelas sementes foram feitas no esquema fatorial 2 x 2 x 5, sendo dois níveis de umidade (13,5 e 7,3% b.u.) duas variedades (Cedinha e Rabo de Tatu) e seis impactos acumulativos (I<sub>0</sub>, I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>3</sub>, I<sub>4</sub>, I<sub>5</sub>), em que I<sub>0</sub> representa a testemunha, em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Para o armazenamento se acrescentou o período em que as sementes permaneceram estocadas.

A comparação entre as médias de tratamentos foi feito utilizando o teste de Tukey ao nível de 1 e 5% de probabilidade, mediante o emprego do software ASSISTAT Versão 6.5 beta (Silva, 1996). Enquanto que, a análise de correlação simples foi feita utilizando o Programa Stadis com o teste T teórico a 1 e 5% de probabilidade, com quatro repetições.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 - Pureza Física

Os dados aqui comentados não sofreram análise estatística, pois não houve repetição para os tratamentos, e foram calculados como porcentagem de peso total das sementes antes que estas fossem submetidas as cinco etapas do beneficiamento (Figura 1) na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) e sofressem impactos consideráveis. Os dados dos resultados de caracterização do feijão *vigna* contidos na Tabela 1, para esse fator, revelaram para as sementes das variedades Cedinha e Rabo de Tatu colhidas manualmente, 95,84 % e 95,42 % de pureza, respectivamente; contabilizou-se como impurezas fragmentos de sementes, pedaços de tegumento, frações de plantas, partículas de solo e areia, resultantes da batédura manual. Estes resultados reforçam os encontrados por Souza et al. (2002), que verificaram elevada porcentagem de pureza para as sementes de feijão colhidas manualmente com teor de umidade próxima de 13,5%.

Tabela 1. Resultados médios (%) de pureza física, teor de umidade e infestação em sementes de duas variedades de feijão *vigna*, colhidas e debulhadas por batédura manual

VARIETADE	PUREZA FÍSICA (%)	TEOR DE UMIDADE (%)	SEMENTE INFECTADA (%)
Cedinha	95,84	13,5	0
Rabo de Tatu	95,42	13,5	0
<b>Média</b>	<b>95,63</b>	<b>13,5</b>	<b>0</b>

Pode ser observado ainda na Tabela 1 que as variedades apresentaram relativa uniformidade em relação ao grau de umidade bem como ausência de infestação por insetos. Provavelmente, esta ausência de infestação se deve a época de colheita e as condições ambientais da região. Smith e Berjak (1995) relatam que as condições ambientais, após a maturação fisiológica das sementes, estão diretamente relacionadas com a infestação e ou infecção destas por insetos e microorganismos.

O elevado grau de pureza, deve-se provavelmente à colheita manual, seguida da debulha por meio de batedura também manual, em que, ao contrario da debulha mecânica as sementes não sofrem injúrias mecânicas decorrentes das forças aplicadas as mesmas, a fim de separá-las das vagens, devido as conseqüências dos impactos recebidos do cilindro debulhador e no momento em que passa através do côncavo.

#### **4.2 - Avaliação dos Danos Mecânicos**

A análise de variância revelou valores de F significativos ao nível de 1% e 5% de probabilidade para impactos, variedades, umidades e suas interações e o desdobramento da análise de regressão indicou efeito linear para todos os tratamentos (Tabela 2). As médias das interações duplas são apresentadas nas Tabelas 3 a 5, onde também se encontram as diferenças mínimas significativas e o coeficiente de variação.

A Tabela 3 contém os resultados dos danos sofridos pelas sementes de feijão *vigna*, obtidos experimentalmente pela avaliação visual depois de sofrerem impacto em cada passagem na UBS, durante o beneficiamento. Observa-se que a intensidade de danos se eleva com o aumento do número de passagens da semente pelas diferentes etapas da UBS, a qual estas são impostas, apresentando maior intensidade para as sementes da variedade Rabo de Tatu, exceto com relação ao impacto de número 5 (I<sub>5</sub>), onde houve igualdade estatística desta com a variedade Cedinha. No entanto, em termos médios a variedade Rabo de Tatu foi 14,92 % mais susceptível aos impactos impostos pela UBS, comparando-se com a variedade Cedinha. Ocorrência que diferencia em parte das explicações referenciadas por Kannenberg e Allard (1964) ao terem concluído em seu estudo sobre a associação entre a pigmentação e a formação da lignina em tegumento de feijão tipo lima (*Phaseolus lunatos* L.), de cor branco que apresentaram menor proteção ao embrião do que as sementes de tegumento colorido, concluindo ainda que sementes com tegumento branco: a) são mais facilmente danificadas; b) possuem tegumento mais fino; c) germinam mais rapidamente; d) são inferiores em emergência. Todavia, para esses autores, a mais notável diferença entre os dois tipos de sementes é o menor conteúdo de lignina das sementes brancas; tendo em vista que a função da lignina é primariamente estrutural e protetora. Concluíram portanto, que o baixo conteúdo de lignina das sementes brancas foi a causa da sua maior susceptibilidade à danificação. As sementes da variedade Rabo de Tatu, de cor

vermelha, foram as que apresentaram maior susceptibilidade dos danos provocados pelos impactos, porém justifica-se essa divergência devido a espécie da semente, as quais diferem em tamanhos, geometria e estruturas. De acordo com Andrade et al. (1998) a posição do impacto também influencia a porcentagem de sementes danificadas, sendo a região do hilo mais susceptível aos danos que a região oposta ao hilo.

Tabela 2. Resumo da análise de variância e de regressão para sementes danificadas de feijão *vigna* pelos impactos durante seu beneficiamento na UBS

Fontes de Variação	Grau de Liberdade	Quadrados Médios
Impactos	4	29,88**
Variedade	1	18,86**
Umidade	1	37,96**
Impactos x Variedades	4	1,38**
Impactos x Umidades	4	0,34*
Variedades x Umidades	1	9,78**
Impactos x Variedades.x Umidade	4	1,30**
Danos da variedade Cedinha (13,5% bu)		
Linear	1	23,97**
Quadrática	1	0,27 <sup>ns</sup>
Danos da variedade Cedinha (7,3% bu)		
Linear	1	67,70**
Quadrática	1	0,007 <sup>ns</sup>
Danos da variedade Rabo de Tatu (13,5% bu)		
Linear	1	24,66**
Quadrática	1	0,08 <sup>ns</sup>
Danos da variedade Rabo de Tatu (7,3% bu)		
Linear	1	14,10**
Quadrática	1	0,003 <sup>ns</sup>
Resíduo	60	0,09
CV (%)	3,60	

\*\* significativo a 1% de probabilidade

\* significativo a 5% de probabilidade

ns - não significativo

Tabela 3. Valores médios (%) de sementes danificadas de feijão *vigna* das variedades Cedinha e Rabo de Tatu pelos impactos sofridos nas diferentes passagens na UBS durante o beneficiamento, para a interação Impacto x Variedade

		Impactos				
		I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>5</sub>
Variedades	Cedinha	6,05 bE	7,50 bD	8,21 bC	9,27 bB	10,34 aA
	Rabo tatu	7,87 aD	8,49 aC	9,25 aB	10,10 aA	10,51 aA
Entre impacto		0,31				
D.M.S.(Tukey 1%)						
Entre variedade		0,44				
CV (%)		3,60				

Letra maiúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada linha.

Letra minúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada coluna.

Atkin, citado por Toledo (1971) trata do tema informando que o tegumento da semente das variedades resistentes a impactos mecânicos, por ele estudado em 18 variedades de feijão é, geralmente, muito mais aderente ao cotilédone. Tegumento aderente e cotilédones bem unidos reduzem ou previnem a movimentação dos mesmos, protegendo assim, o embrião contra danificações. Almeida et al. (1997) observaram que a qualidade da semente é influenciada também, pela dureza e características genóticas de cada espécie e/ou variedade, podendo segundo Carvalho e Nakagawa (1988) influenciarem a susceptibilidade à quebra, a qual se refere ao potencial de fragmentação do produto quando este é submetido a uma força de impacto durante o beneficiamento ou transporte (Gunasekaran e Muthukumaratpan, 1993).

Verifica-se na Tabela 4, referente a interação entre impacto e umidade uma diferença percentual em torno de 15,6 % de quebra entre as sementes com umidade de 7,3 % e 13,5 %. Quando da passagem das sementes pelas diferentes etapas da UBS, foi verificado que a umidade é um fator a ser considerado antes do beneficiamento destas. De acordo com Almeida et al. (1997) o conhecimento do teor de umidade das sementes é essencial para se determinar as condições adequadas para o correto beneficiamento. A variedade Rabo de Tatu foi mais susceptível a danificações. Evidenciando o efeito da umidade nas sementes quando a sua umidade é reduzida de 13,5 % para 7,3 %. Evans et al. (1990) trabalhando com danos mecânicos em leguminosas, como soja, por exemplo,

concluíram também que o grau de umidade e a velocidade de impacto são fatores importantes que definem a intensidade das injúrias mecânicas nas sementes.

Tabela 4. Valores médios (%) de sementes danificadas de feijão *vigna* das variedades Cedinha e Rabo de Tatu pelos impactos sofridos nas diferentes passagens na UBS durante o beneficiamento, para a interação Impacto x Umidade

		Impactos				
		I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>5</sub>
Umidade	13,5 %	6,36 bE	7,45 bD	8,12 bC	8,88 bB	9,54 bA
	7,3 %	7,55 aE	8,54 aD	9,34 aC	10,49 aB	11,31 aA
Entre impacto						0,31
D.M.S.(Tukey 1%)						
Entre variedade						0,44
CV (%)						3,60

Letra maiúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada linha.

Letra minúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada coluna.

Analisando os dados da interação variedade x umidade (Tabela 5) verifica-se que, o número de sementes danificadas aumentou com a diminuição do teor de umidade. As maiores percentagens de sementes danificadas foram obtidas para as sementes impactadas com 7,3 % de umidade, valor que representa em média 1,38 pontos percentuais a mais que as sementes impactadas na UBS com 13,5 % de umidade, o que corresponde a 17,12 % de susceptibilidade daquelas frente a essas. Ademais, tem-se efeito positivo para variedade, com a Rabo de Tatu tendo sido menos resistente aos impactos que a Cedinha. Verifica-se assim que sementes com umidade mais elevada possuem maior capacidade para absorver os impactos, resultando numa melhor integridade de suas partes física e que essa é influenciada também pelas características da variedade, conforme já observado por outros autores entre os quais Almeida et al. (1997) e Gunasekaran e Muthukumaratpan (1993). Carvalho (1969) utilizando sementes de feijão macassar (*Vigna sinensis*, L), estudou os efeitos imediatos das injúrias mecânicas em algumas características fisiológicas das sementes. Analisando os impactos causados por quedas livres sobre uma placa de metal, observou que os efeitos imediatos das injúrias dependiam da altura de queda e da umidade das sementes, e que os danos foram proporcionais a altura de queda, porém, com o aumento da umidade das sementes pode-se reduzir bastante os danos causados pelos impactos.

Merch e Gomes (1982) recomendam estabelecer teores de umidade ideais para o beneficiamento e o próprio armazenamento de cada espécie ou variedade de semente, admitindo-se que esses teores podem ser específicos para cada região.

Salienta-se ainda que, as sementes da variedade Rabo de Tatu são mais graúdas, a pigmentação do seu tegumento é vermelha, enquadrando-se nas observações de Abrahão (1971) quando afirmou que as sementes graúdas, de tegumento relativamente delicado e de embrião ocupando posição mais superficial, são mais sensíveis à quebras ou injúrias mecânicas.

Tabela 5. Valores médios (%) de sementes danificadas de feijão *vigna* das variedades Cedinha e Rabo de Tatu pelos impactos sofridos nas diferentes passagens na UBS durante o beneficiamento, para a interação Variedade x Umidade

		Variedade	
		Cedinha	Rabo de tatu
Umidade	13,5 %	7,23 bB	8,90 bA
	7,3 %	9,31 aA	9,58 aA
Entre variedade			0,20
D.M.S.(Tukey1%)			
Entre umidade			0,20
CV (%)			3,60

Letra maiúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada linha.

Letra minúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada coluna.

### 4.3 - Estudo da Germinação

#### 4.3.1 - Armazenagem Convencional

A análise da variância dos dados de germinação demonstrou valores de F significativos para variedade, umidade e períodos, e para as interações impactos x período, variedade x período e umidade x período, e efeito linear e quadrático para os dados quantitativos das variedades estudadas, Cedinha e Rabo de Tatu, armazenados com 13,5 e 7,3% de umidade b.u. (Tabela 6) revelado pela análise de regressão na variância. As médias obtidas para as interações, as diferenças mínimas significativas e o coeficiente de variação, encontram-se nas Tabelas 8 e 9 em anexo, e a representação gráfica dos resultados da análise de regressão na variância nas Figuras 2 e 3.

Tabela 6. Resumo das análises de variância e de regressão para germinação de sementes de feijão *vigna*, variedades Cedinha e Rabo de Tatu armazenadas em condições ambientais de Alagoinha, PB

Fontes de Variação	Grau de Liberdade	Quadrados Médios
Impactos	4	124,39 <sup>ns</sup>
Variedades	1	44227,33 <sup>**</sup>
Umidades	1	1353,73 <sup>**</sup>
Períodos	2	79556,70 <sup>**</sup>
Impactos x Períodos	8	138,09 <sup>*</sup>
Variedade x Períodos	2	10909,88 <sup>**</sup>
Umidades x Períodos	2	1062,18 <sup>**</sup>
Variedades x Umidade x Períodos	2	2405,77 <sup>**</sup>
Germinação da variedade Cedinha (13,5% bu)		
Linear	1	7812,50 <sup>**</sup>
Quadrática	1	2360,16 <sup>**</sup>
Germinação da variedade Cedinha (7,3% bu)		
Linear	1	10224,50 <sup>**</sup>
Quadrática	1	1700,16 <sup>**</sup>
Germinação da variedade Rabo Tatu (13,5% bu)		
Linear	1	9800,00 <sup>**</sup>
Quadrática	1	1014,00 <sup>**</sup>
Germinação da variedade Rabo Tatu (7,3% bu)		
Linear	1	6272,00 <sup>**</sup>
Quadrática	1	294,00 <sup>**</sup>
Resíduo	180	59,88
CV (%)	14,19	

\*\* significativo a 1% de probabilidade

\* significativo a 5% de probabilidade

ns - não significativo

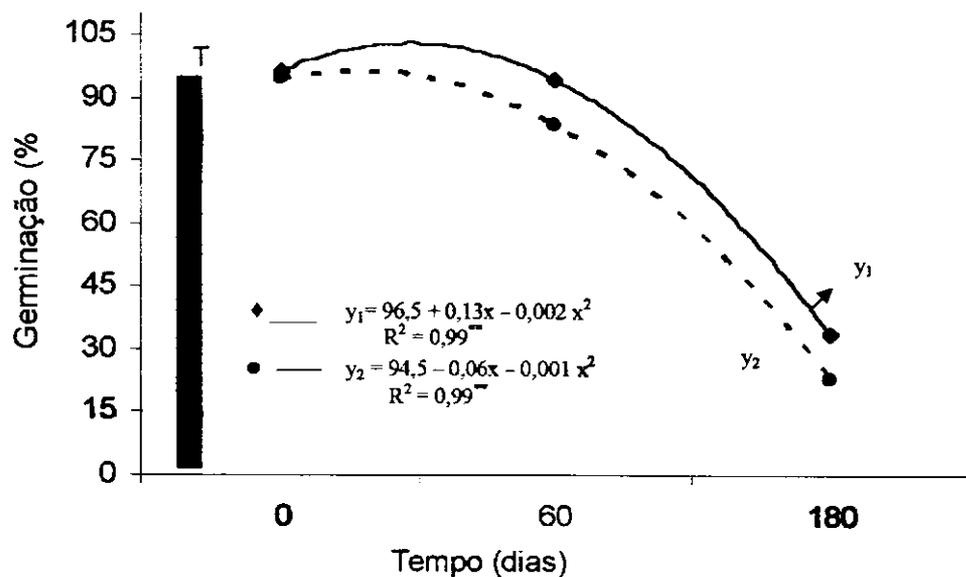


Figura 2. Estimativa da germinação de sementes da variedade Cedinha com 13,5% (y<sub>1</sub>) e 7,3% (y<sub>2</sub>) de teor de umidade em função do período de armazenamento em condições ambientais de Alagoinha - PB

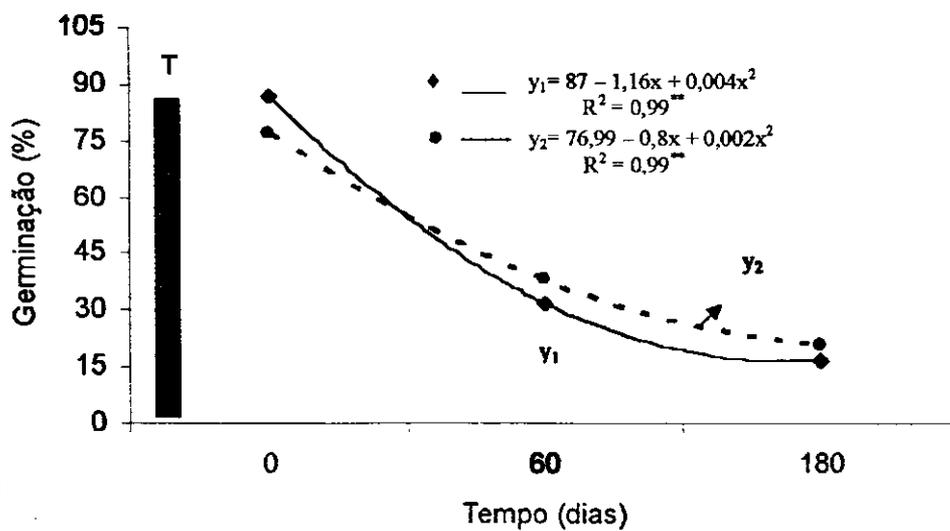


Figura 3. Estimativa da germinação de sementes da variedade Rabo de Tatu com 13,5% (y<sub>1</sub>) e 7,3% (y<sub>2</sub>) de teor de umidade em função do período de armazenamento em condições ambientais de Alagoinha - PB

Constata-se pelos resultados na Figura 2 e Tabela 7 que para impactos, a exceção do impacto 3 para o período  $P_0$  da interação impactos x período, não houve influência desses sobre a germinação dentro de cada período, no entanto, se verifica que houve redução do potencial de germinação durante a armazenagem, onde se observa uma redução gradativa da germinação das sementes de feijão *vigna* ao longo do período de armazenamento. Esta redução compreendida entre o período inicial ( $P_0$ ) e depois de 180 dias do armazenamento ( $P_2$ ) foi em termos médios de 74,96 % (Figura 2). Nesse contexto, pode-se inferir que os impactos não exerceram efeitos imediatos, sobre a viabilidade das sementes, dado pela germinação para os das duas variedades de feijão *vigna* estudadas com 13,5 e 7,3 % de umidade (Figuras 2 e 3). Tendo a porcentagem de germinação, a partir dos 60 dias da armazenagem das sementes impactadas pelo processo de beneficiamento, atingido valores inferiores aos estabelecidos para a comercialização de sementes de feijão *vigna* no Estado da Paraíba, que estabelece a tolerância mínimo de 80% de germinação (CESM, 1996).

Tabela 7. Valores médios da porcentagem de germinação de sementes de feijão *vigna* para a interação impactos x períodos de armazenamento em condições ambientais de Alagoinha, PB

Impactos	Médias de Interação		
	Períodos		
	$P_0$	$P_1$	$P_2$
1	83,50 abA	55,75 aB	21,12 aC
2	84,50 abA	60,75 aB	20,00 aC
3	77,37 bA	57,87 aB	22,37 aC
4	83,00 abA	59,25 aB	21,87 aC
5	88,87 aA	62,25 aB	19,12 aC
CV (%)			14,19
DMS (coluna)			7,54
DMS (linha)			6,46

Legenda:

Período zero ( $P_0$ ) => sem armazenamento

Período 1 ( $P_1$ ) => Armazenamento com 60 dias

Período 2 ( $P_2$ ) => Armazenamento com 180 dias

Testemunha:  $P_0 = 87\%$ ,  $P_1 = 60\%$ ,  $P_2 = 22,5\%$

Para variedades, tal como nas análises anteriores, a variedade Cedinha sobrepujou a variedade Rabo de Tatu, superioridade inferida pelas qualidades intrínsecas do próprio material genético. Resultado que em parte se aproxima dos obtidos por Moore (1972) ao admitir uma intolerância aos choques em razão direta ao peso das sementes e uma proporcionalidade entre o peso e o tamanho das sementes e os

efeitos das injúrias mecânicas. Observa-se também que a germinação da variedade Cedinha foi sempre maior no teor mais elevado de umidade inicial. Esse comportamento demonstra o caráter cumulativo dos impactos nas sementes e a umidade das sementes por ocasião dos danos como um fator de controle de seus efeitos, observação que são concordantes com os obtidos por Toledo (1972).

Andrade et al. (1998), também verificou perda gradual da germinação devido aos impactos sofridos pelas sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) durante simulações das operações do beneficiamento. Ambrosano (1999) afirma que o armazenamento de sementes em condições ambientais contribui para a perda de viabilidade devido às mudanças provocadas pelo tempo, sendo tais perdas conhecidas como processo de deterioração, se tornando irreversível e culminando com uma baixa germinação.

Coutinho (1984) observou que os problemas decorrentes das danificações das sementes ao serem impactadas na UBS se agravam com o decorrer do tempo em que as mesmas permanecem no armazém.

#### *4.3.2 - Armazenagem em Câmara Seca*

O comportamento da germinação das sementes de feijão *vigna*, variedade Cedinha e Rabo de Tatu, armazenadas em condições controladas de câmara seca, apresentada na Tabela 10 e 11, com suas interações nas Figuras 4 e 5, mostrou-se com uma percentagem um pouco maior de germinação do que as sementes que estavam armazenadas em condições ambientais.

A análise da variância (Tabela 10) apresenta valores de F significativos para todos os seus parâmetros e interações, assim como para as equações polinomiais de primeiro e segundo grau, obtidos da análise de regressão na variância, a exceção da quadrática para a variedade Cedinha com 7,3% de umidade.

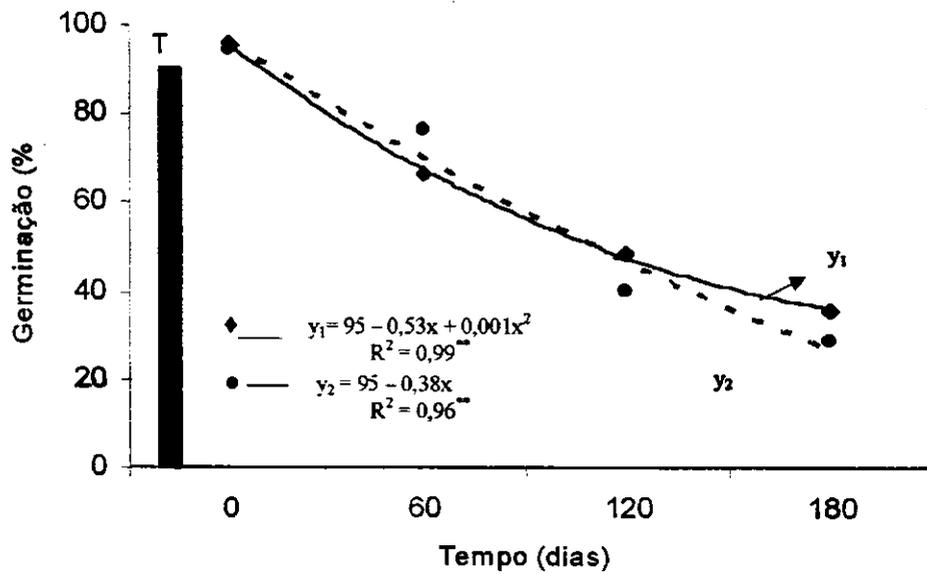


Figura 4. Estimativa da germinação de sementes da variedade Cedinha com 13,5% ( $y_1$ ) e 7,3% ( $y_2$ ) de teor de umidade em função do período de armazenamento em condições controladas de câmara seca, Campina Grande – PB

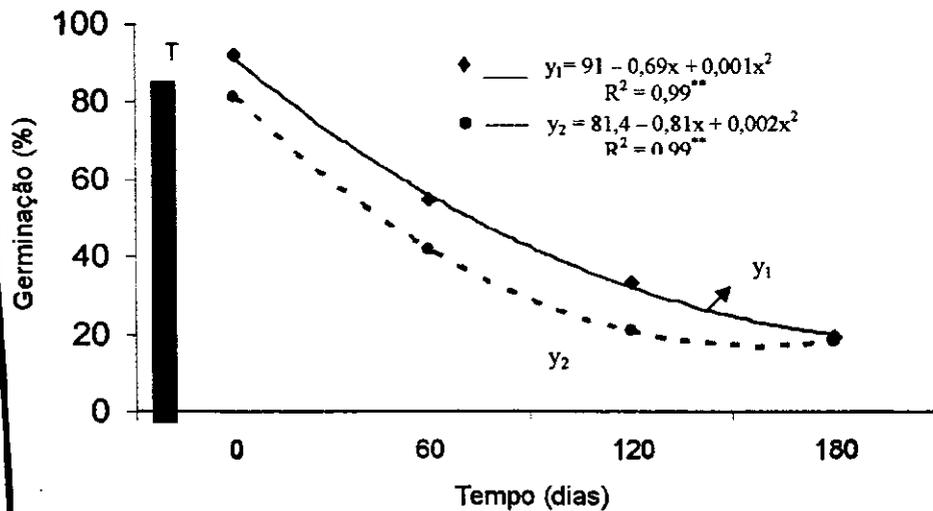


Figura 5. Estimativa da germinação de sementes da variedade Rabo de Tatu com 13,5% ( $y_1$ ) e 7,3% ( $y_2$ ) de teor de umidade em função do período de armazenamento em condições controladas de câmara seca, Campina Grande – PB

Tabela 10. Resumo das análises de variância e de regressão para germinação das variedades Cedinha e Rabo de Tatu com 13,5% e 7,3% de umidade (bu) em condições controladas de câmara seca, Campina Grande – PB

Fontes de Variação	Grau de Liberdade	Quadrados Médios
Impactos	4	776,84**
Variedade	1	24116,48**
Umidade	1	6534,08**
Período	3	51892,69**
Impactos x Variedade	4	256,04**
Impactos x Umidade	4	964,77**
Impactos x Período	12	220,78**
Variedade x Período	3	394,40**
Variedades x Umidade x Período	3	594,38**
Germinação da variedade Cedinha (13,5% bu)		
Linear	1	7801,25**
Quadrática	1	272,25**
Germinação da variedade Cedinha (7,3% bu)		
Linear	1	10811,25**
Quadrática	1	42,25 <sup>ns</sup>
Germinação da variedade Rabo Tatu (13,5% bu)		
Linear	1	11376,45**
Quadrática	1	552,25**
Germinação da variedade Rabo Tatu (7,3% bu)		
Linear	1	8904,20**
Quadrática	1	1369,00**
Resíduo	240	53,20
CV (%)	14,72	

\*\* significativo a 1% de probabilidade

ns – não significativo

Analisando os resultados médios apresentados nas Figuras 4 e 5, e comparando-os com os representados nas Figuras 2 e 3, verifica-se um comportamento contrário da germinação da variedade Rabo de Tatu (Figura 5) ao longo da armazenagem, frente a variedade Cedinha (Figura 2) e até aos sessenta dias da armazenagem da variedade Cedinha (Figura 4) em comparação a variedade Rabo de Tatu (Figura 3), sendo esta diferença não tão marcante quanto daquela, em relação a umidade em que foram armazenadas as sementes do feijão *vigna* em condições de câmara seca e ambiente da UBS de Alagoinha, PB. No entanto, o comportamento da germinação das variedades,

em relação ao tempo de armazenamento, indicaram seguir a mesma tendência das sementes armazenadas em condições ambientais da UBS de Alagoinha, isto é, a medida em que se avança o tempo de armazenagem aumenta a perda de viabilidade das sementes, tendo a variedade Cedinha reduzido sua germinação em 54,06% e a Rabo de Tatu em 61,54% aos 120 dias ( $P_2$ ) depois da armazenagem por ação do tempo. Ainda em comparação com as condições ambientais tem-se que a germinação das sementes armazenadas nesta condição (Figuras 2 e 3) foi ligeiramente superior a das sementes armazenadas nas condições controladas de câmara seca até os 60 dias da armazenagem (valores absolutos) e que está superior aquela aos 180 dias de armazenagem. Esses resultados demonstraram tanto a influencia de tempo e da umidade sobre a germinação das sementes de feijão *vigna*, e que também depende da variedade. Estando de acordo com Delouche e Potts (1968) ao afirmarem que as boas condições para a preservação da qualidade fisiológica da semente, somente são obtidas pela localização em área geográfica com clima propício, ou pela modificação da condição ambiental em volta da semente, tornando-a favorável. E em parte com Toledo (1972) que obteve para as sementes de *Vigna sinensis* L., conservadas sob umidade relativa do ar de 75% nítido efeito do armazenamento pelo acentuado declínio de suas qualidades e que as cultivares estudadas, mostraram-se susceptíveis as injúrias, observando-se porém, diferença de maior e menor sensibilidade entre elas.

#### **4.4 - Estudo de Vigor**

Observando-se os valores das Tabelas 15 e 16, verifica-se que o índice de velocidade de emergência (IVE) e a primeira contagem do teste padrão de germinação ( $P_{cont}$ ) correlacionaram-se entre si e com o teste padrão da germinação (TPG) a 1% e 5% de probabilidade e com  $r$  acima de 95% para a primeira contagem do teste padrão de germinação (TPG) e 97% para o IVE, de forma consistente nos dois tipos de armazenamento (condições ambientais de Alagoinha e câmara seca). Tendo o índice de velocidade de emergência (IVE), revelado valores de  $r$  acima de 97% quando correlacionado com o teste padrão de germinação, se apresenta assim, no mais indicado para ser empregado como teste de vigor na análise da viabilidade dessas sementes armazenadas quer em câmara seca, quer em condições ambientais quando acondicionadas em embalagem permeável de papel multifoliado. Com base nesse

comportamento, o IVE foi selecionado para ser discutido neste capítulo, os demais terão seus resultados divulgados nas próprias tabelas.

Tabela 15. Coeficiente de correlação simples entre os parâmetros de avaliação da viabilidade das sementes de feijão *vigna* para as condições ambientais de armazenamento

	TPG	Pcont	MS	Envp	Compl	IVE	VG <sup>(1)</sup>
TPG.		0,95*	0,68 <sup>ns</sup>	-0,10 <sup>ns</sup>	0,75*	0,97**	-0,25 <sup>ns</sup>
Pcont			0,64 <sup>ns</sup>	-0,34 <sup>ns</sup>	0,52	0,97**	-0,32 <sup>ns</sup>
MS				-0,54 <sup>ns</sup>	0,75*	0,68 <sup>ns</sup>	-0,56 <sup>ns</sup>
Envp					0,15 <sup>ns</sup>	-0,23 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>
Compl						0,63 <sup>ns</sup>	-0,20 <sup>ns</sup>
IVE							-0,44 <sup>ns</sup>
VG							

\*, : Significância a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente. <sup>ns</sup> : Não significativo

O T teórico é: a 95% = 3.18 e a 99% = 5.84

<sup>(1)</sup> TPG = Teste Padrão de Germinação; Pcont. = Primeira Contagem; MS = Matéria Seca; Env. = Envelhecimento Precoce; Compl. = Comprimento de Plântula; IVE = Índice de Velocidade de Emergência; VG = Velocidade de Germinação.

Tabela 16. Coeficiente de correlação simples entre os parâmetros de avaliação da viabilidade das sementes de feijão *vigna* para as condições controladas de câmara seca de armazenamento

	TPG	Pcont	MS	Envp	Compl	IVE	VG
TPG.		0,97**	0,20 <sup>ns</sup>	0,77 <sup>ns</sup>	0,65 <sup>ns</sup>	1,00**	-0,58 <sup>ns</sup>
Pcont			0,07 <sup>ns</sup>	0,85 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>	0,95*	-0,40 <sup>ns</sup>
MS				-0,45 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	-0,39 <sup>ns</sup>
Envp					0,34 <sup>ns</sup>	0,73 <sup>ns</sup>	-0,18 <sup>ns</sup>
Compl						0,71 <sup>ns</sup>	-0,88 <sup>ns</sup>
IVE							-0,65 <sup>ns</sup>
VG							

\*, : Significância a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente.

<sup>ns</sup> : Não significativo.

O T teórico é: a 95% = 3.18 e a 99% = 5.84

#### 4.4.1 - Índice de Velocidade de Emergência (IVE)

##### 4.4.1.1 - Armazenagem Convencional

A análise da variância dos dados do IVE demonstrou valores de F significativos para impactos, variedades e períodos, e para todas as interações duplas e efeito linear e quadrático, a exceção da variedade Rabo de Tatu, para os dados quantitativos das variedades estudadas e armazenados com 13,5 e 7,3% de umidade b.u. (Tabela 17), revelado pela análise de regressão na variância. As médias obtidas para as interações, as diferenças mínimas significativas e o coeficiente de variação, encontram-se nas Tabelas 18, 19 e 20 do anexo e, a representação gráfica dos resultados da análise de regressão na variância (Figuras 6 e 7), as quais revelam que o vigor variou com os tratamentos ministrado as sementes (teor de umidade e período de armazenamento). Para período de armazenamento as maiores perdas se deram com as sementes da variedade Rabo de Tatu, onde se observa uma diferença de IVE de 1,94; 6,25 e 0,78 entre  $P_0$ ,  $P_1$  e  $P_2$ , respectivamente. Ademais, verifica-se que o comportamento de superioridade estatística da variedade Cedinha sobre a Rabo de Tatu ocorre em todos os períodos (Figura 6).

Quanto as umidades (Figura 6 e 7, Tabela 20), verifica-se que as sementes armazenadas com 7,3% de umidade em condições ambientais da UBS de Alagoinha, acondicionadas em embalagens de papel multifoliado apresentou IVE maior para o período  $P_1$  (0,95) e igualdade estatística para o período  $P_2$ .

Esses resultados quando comparado com o teste padrão de germinação, comprova o rigor desse teste e que, a viabilidade e longevidade das sementes de feijão *vigna* armazenadas em embalagens com permeabilidade sem controle de umidade e temperatura é perdida com o tempo de armazenamento, estando de acordo com Delouche e Potts (1968) ao afirmar que as boas condições para a preservação da qualidade fisiológica das sementes são obtidas pela localização dos armazéns em áreas geográficas com clima favorável, ou pela modificação das condições ambientais em volta das sementes, tornando-se favoráveis.

Tabela 17. Resumo das análises de variância e de regressão para IVE das variedades Cedinha e Rabo de Tatu com 13,5% e 7,3% de umidade (bu) em condições ambientais de Alagoinha, PB

Fontes de Variação	Grau de Liberdade	Quadrados Médios
Impactos	4	3,93*
Variedade	1	538,33**
Umidade	1	0,86 <sup>ns</sup>
Período	2	1609,89**
Variedade x Umidade	1	8,17*
Variedade x Período	2	332,07**
Umidade x Período	2	32,41**
Variedades x Umidade x Período	2	51,49**
Germinação da variedade Cedinha (13,5% bu)		
Linear	1	161,10**
Quadrática	1	34,32**
Germinação da variedade Cedinha (7,3% bu)		
Linear	1	195,22**
Quadrática	1	31,23**
Germinação da variedade Rabo Tatu (13,5% bu)		
Linear	1	209,61**
Quadrática	1	32,08**
Germinação da variedade Rabo Tatu (7,3% bu)		
Linear	1	53,56**
Quadrática	1	1,17 <sup>ns</sup>
Resíduo	180	1,56
CV (%)	17,16	

\*\* significativo a 1% de probabilidade

\* significativo a 5% de probabilidade

ns - não significativo

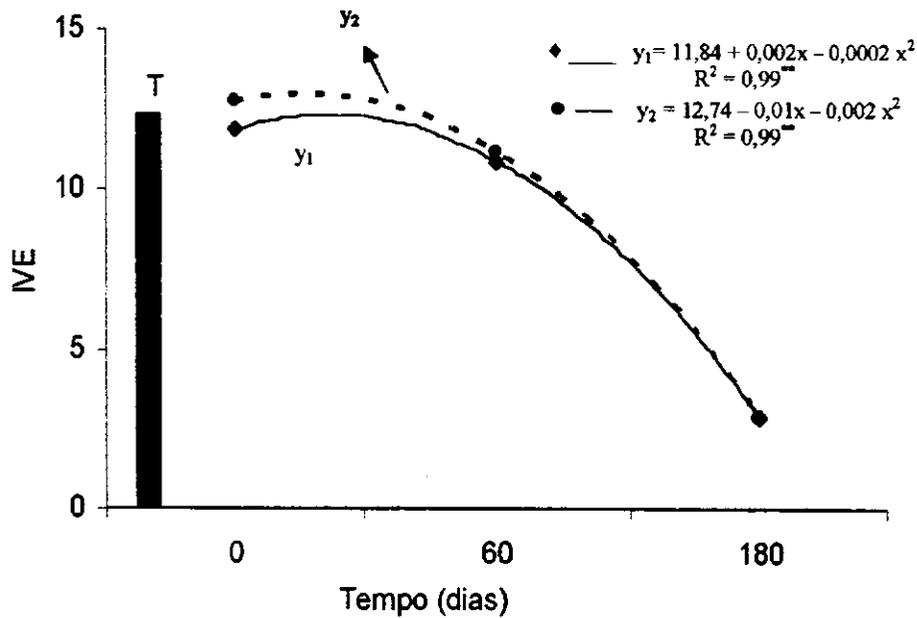


Figura 6. Estimativa do IVE de sementes da variedade Cedinha com 13,5% ( $y_1$ ) e 7,3% ( $y_2$ ) de teor de umidade em função do período de armazenamento em condições ambientais de Alagoinha – PB

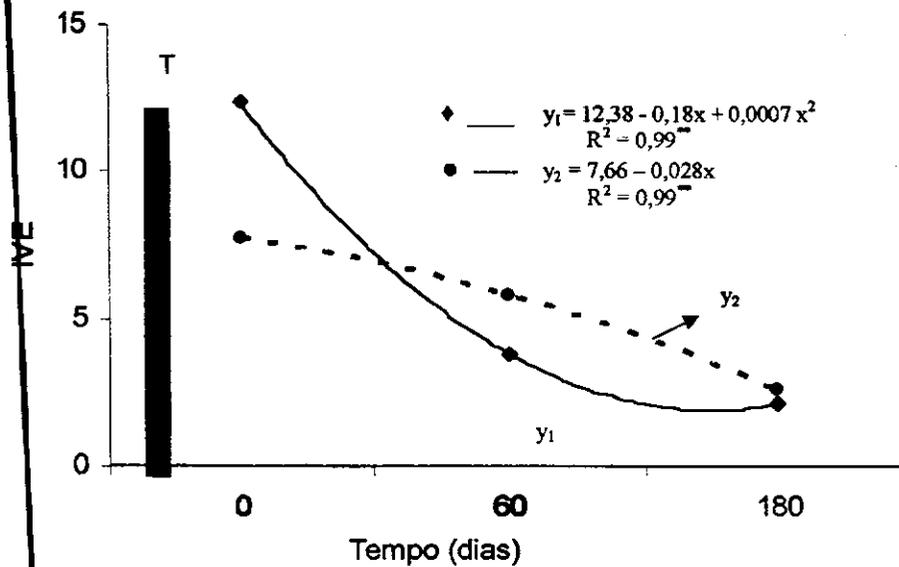


Figura 7. Estimativa do IVE de sementes da variedade Rabo de Tatu com 13,5% ( $y_1$ ) e 7,3% ( $y_2$ ) de teor de umidade em função do período de armazenamento em condições ambientais de Alagoinha – PB

O comportamento semelhante entre o IVE com o teste padrão de germinação das sementes de feijão *vigna* para as condições de armazenamento da UBS de Alagoinha, pode ser explicado pelas correlações positivas e significativas (0,97\*\*) existente entre essas duas variáveis (Tabela 16). Esses resultados estão de acordo com Ambrosano et al. (1999), quando afirmam que a qualidade fisiológica diz respeito a atributos intrínsecos à semente, os quais determinam a sua capacidade de germinar. Essa capacidade fisiológica de desempenho da semente é modificada continuamente com o tempo, sendo tais modificações conhecidas como processo de deterioração: esse é irreversível, culminando com a morte das sementes.

Não se pode deixar de reconhecer que a avaliação do vigor das sementes tem sido uma das preocupações da indústria sementeira em torná-los como rotina, fornecendo maior precisão e reprodutibilidade dos resultados, o que é de extrema importância na tomada de decisão do sistema de produção e comercialização, tendo em vista evitar o manuseio e a venda de sementes de qualidade inadequada (Krzyzanowski e França Neto, 1991).

#### **4.4.1.2 - Armazenagem em Câmara Seca**

A análise de variância (Tabela 21) apresenta valores de F significativos para todos os seus parâmetros e interações, assim como para as equações polinomiais de primeiro grau, obtidos da análise de regressão na variância.

O comportamento da viabilidade das sementes de feijão *vigna*, variedade Cedinha e Rabo de Tatu, armazenadas ao longo de 180 dias, revelado pelo índice de velocidade de emergência (IVE) para as condições controladas de câmara seca é apresentado nas Tabelas 24 e 25 do anexo e Figuras 8 e 9.

Analisando-se os resultados médios do IVE, verifica-se que o vigor decresceu com o tempo de armazenamento, evidenciando perda de qualidade fisiológica (Figuras 8 e 9), com destaque das maiores perdas para a variedade Rabo de Tatu, que foi suplantada pela variedade Cedinha em 1,94; 2,73; 2,10 e 1,33 entre os períodos P<sub>0</sub>, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub> e P<sub>3</sub>, respectivamente.

Os dados do IVE da câmara seca indicam um comportamento similar aos das sementes armazenadas em condições ambientais de Alagoinha – PB, porém, com um comportamento mais uniforme, conforme se observa mediante a representação gráfica das figuras mencionadas, fato que se deve, provavelmente, a perda da umidade das sementes com o ambiente até essas entrarem em equilíbrio com as condições de temperatura e umidade relativa da câmara seca.

Os resultados do IVE produziram elevado coeficiente de determinação ( $R^2 \geq 0,94$ ) com respostas ao longo do armazenamento, o que vale salientar que as equações obtidas representaram satisfatoriamente os dados observados.

A análise geral desses resultados, indica que as sementes das variedades armazenadas em câmara seca tiveram o seu IVE reduzido ao longo do período de armazenamento, devido a deterioração, imposta pela umidade, variedade e condições de armazenamento. Resultados que encontram apoio nas afirmações de Popinigis (1976) e Andrade et al. (1998) que dizem ser a queda do vigor a manifestação mais comum da deterioração.

Tabela 21. Resumo das análises de variância e de regressão para IVE das variedades Cedinha e Rabo de Tatu com 13,5% e 7,3% de umidade (bu) em condições controladas de câmara seca, Campina Grande - PB

Fontes de Variação	Grau de Liberdade	Quadrados Médios
Impactos	4	19,76**
Variedade	1	327,92**
Umidade	1	81,24**
Período	3	1082,33**
Impacto x Variedade	4	6,85**
Impacto x Umidade	4	16,34**
Impacto x Período	12	4,98**
Variedade x Umidade	1	67,99**
Variedade x Período	3	6,59**
Variedades x Umidade x Período	3	28,16**
Germinação da variedade Cedinha (13,5% bu)		
Linear	1	124,25**
Quadrática	1	0,95 <sup>ns</sup>
Germinação da variedade Cedinha (7,3% bu)		
Linear	1	182,40**
Quadrática	1	2,89 <sup>ns</sup>
Germinação da variedade Rabo Tatu (13,5% bu)		
Linear	1	212,55**
Quadrática	1	6,50 <sup>ns</sup>
Germinação da variedade Rabo Tatu (7,3% bu)		
Linear	1	76,05**
Quadrática	1	2,25 <sup>ns</sup>
Resíduo	240	1,42
CV (%)	17,62	

\*\* significativo a 1% de probabilidade

\* significativo a 5% de probabilidade

ns - não significativo

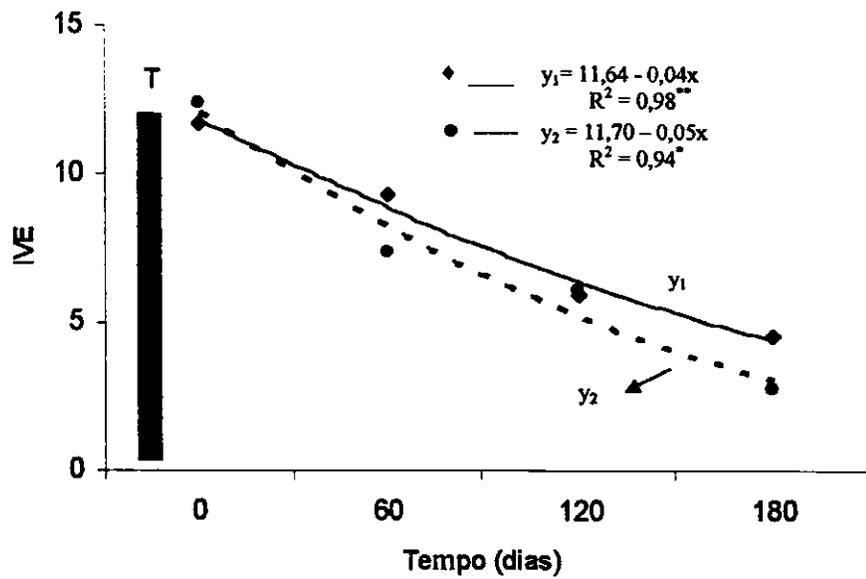


Figura 8. Estimativa do IVE de sementes da variedade Cedinha com 13,5% ( $y_1$ ) e 7,3% ( $y_2$ ) de teor de umidade em função do período de armazenamento em condições controladas de câmara seca, Campina Grande – PB

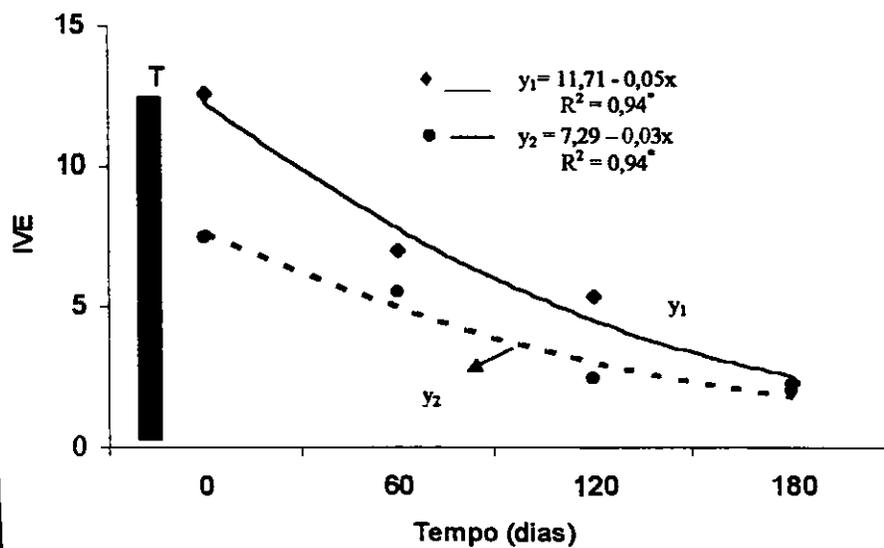


Figura 9. Estimativa do IVE de sementes da variedade Rabo de Tatu com 13,5% ( $y_1$ ) e 7,3% ( $y_2$ ) de teor de umidade em função do período de armazenamento em condições controladas de câmara seca, Campina Grande - PB

## **5. CONCLUSÕES**

## 5. CONCLUSÕES

As análises dos resultados obtidos, nas condições do trabalho, levaram às seguintes conclusões:

1. O alto grau de pureza física do material (95,63 %) das duas variedades de feijão *vigna*, deve-se a colheita e processamento manual.
2. As injúrias mecânicas impostas pela passagem das sementes nas diferentes etapas da UBS se constituíram em importante fator de depreciação da qualidade das sementes, comprovado pelos resultados obtidos.
3. As injúrias se elevam com o aumento do número de passagem das sementes pelas diferentes etapas da UBS a qual estão sujeitas, demonstrando um caráter cumulativo, indicando haver uma relação direta entre o número de choques e seus efeitos.
4. A variedade Rabo de Tatu mostrou-se mais sensível que a variedade Cedinha referente aos efeitos dos impactos impostos nas diferentes etapas a que foram submetidas durante o beneficiamento na UBS.
5. Sementes beneficiadas na UBS com teor de umidade de 7,3% b.u. são mais susceptíveis a quebra ocasionada pelos impactos que as sementes beneficiadas com 13,5%.
6. Os impactos sofridos pelas sementes na UBS durante o seu beneficiamento não exerceram efeitos imediatos sobre a germinação e o vigor das sementes.
7. As sementes das variedades Cedinha e Rabo de Tatu demonstraram ante o tempo de armazenamento, os impactos sofridos na UBS e os teores de umidade iniciais, tendências a um mesmo comportamento, embora quantitativamente diferentes.
8. O efeito dos impactos sobre a germinação se revelou influenciado pelo teor de umidade do ar ambiente (UR) onde foram armazenados; tendo a germinação da variedade Rabo de Tatu sido menos afetada no ambiente de câmara seca e a

variedade Cedinha se mostrando indiferente nos dois ambientes (câmara seca e condições ambientais de Alagoinha).

9. O índice da velocidade de emergência (IVE) correlacionou-se positivo e significativamente com o teste padrão de germinação (TPG) com coeficiente de correlação acima de 97%.
10. As equações de regressão determinadas para germinação das sementes impactadas na UBS foram satisfatórias, apresentando coeficiente de determinação superior a 96%, podendo ser utilizada para estimativa de germinação dessas sementes ao longo do armazenamento.
11. O índice de velocidade de emergência apresentou o melhor desempenho de correlação entre os testes de vigor estudados, tendo para as duas variedades e as duas condições de armazenamento o valor de  $r$  acima de 97% quando relacionado com o teste padrão de germinação.

## **6. SUGESTÕES**

## **6. SUGESTÕES**

1. Para trabalhos futuros é importante analisar às várias faixas de teores de umidade de colheita.
2. É relevante a utilização de secagem artificial em trabalhos posteriores.
3. Verifica-se a necessidade de um estudo específico de amortecimento da queda das sementes na unidade de beneficiamento, levando em consideração seus ângulos.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, J. T. M. **Contribuição do estudo de efeito de danificações mecânicas em sementes de feijão.** Piracicaba-SP: ESALQ, 1971. 112p. Tese de Doutorado.

ALMEIDA, F.A.C.; HARA, T.; CAVALCANTI MATA, M.E.R.M. **Armazenamento de grãos e sementes nas propriedades rurais.** In: SIMPÓSIO "ARMAZENAMENTO DE GRÃOS E SEMENTES NAS PROPRIEDADES RURAIS", 1997, Campina Grande: UFPB, 1997. p.291.

ALVES, W. M.; FARONI, L.R.D.; QUEIROZ, D. M.; CORREA, P. C.; GALVÃO, J. C. C. **Qualidade dos grãos de milho em função da umidade de colheita e da temperatura de secagem.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande-PB, v.5, n.3, p.469-474, 2001.

AMBROSANO, E.J.; AMBROSANO, G.M.B.; WUTKE, E.B.; BULISANI, E.A.; MARTINS, A.L.M.; SILVEIRA, L.C.P. **Efeitos da adubação nitrogenada e com micronutrientes na qualidade de sementes do feijoeiro cultivar IAC-carioca.** *Bragantia*, v.58, n.2, p.393-399, 1999.

ANDRADE, E.T.; CORRÊA, P.C.; ALVARENGA, E.M.; MARTINS, J.H. **Efeito do impacto mecânico controlado sobre a qualidade fisiológica de sementes de feijão.** *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v.7, n.3, p.148 – 159, 1999.

ANDRADE, E.T.; CORRÊA, P.C.; ALVARENGA, E.M.; MARTINS, J.H. **Efeitos de danos mecânicos controlados sobre a qualidade fisiológica de sementes de feijão durante o armazenamento.** *Revista Brasileira de Armazenamento*, Viçosa, v. 23, n.2, p. 41-51, 1998.

ANDRADE, E. T. **Efeito imediato e latente de danos mecânicos sobre a qualidade de sementes de feijão submetidas a diferentes velocidades de impacto.** Viçosa-MG: UFV, 1997. 49p. Dissertação de Mestrado.

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigor testing handbook.** Springfield: AOSA, 1983. 88p. (Contribution, 32).

BAUDET, L. POPINIGIS, F.; PESK, S. Danificações mecânicas em sementes de soja causadas por um sistema elevador secador. **Revista Brasileira de Armazenamento.** Viçosa-MG, v.5: p.29-30, dez. 1978.

BIAS, A.L.F., TILLMANN, M.A.A.; VILLELA, F.A.; ZIMMER, G.J. Métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão *vigna*. **Scientia Agricola**, v.56, n.3, p. 651 – 660, jul. 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes.** Brasília-DF, 1992. 365p.

BRAGANTINI, C. Produção de sementes. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J., eds. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil.** Piracicaba: Potafos, 1996. p.639-667.

BUITRAGO, I.C.; VILLELA, F.A.; TILLMANN, M.A.A.; SILVA, J.B. Perdas e qualidade de sementes de feijão beneficiadas em máquinas de ventiladores e peneiras e mesa de gravidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília-DF, v.13, n.2, p. 99 – 104, 1991.

BUNCH, H. D. Problems in Seed Processing. **Seed World**, v.90, n.9, p.8-11, 1962.

CALIARI, M.F.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de ervilha (*Pisum sativum* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília-DF, v.12, n.3, p. 52 – 75, 1990.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Injúria mecânica: Sementes, Ciência, Tecnologia e Produção**. 3. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1988. 424p.

CARVALHO, N.M. **Some pbisiological responses of cow-pea seed (*Vigna sinensis*) to mechanical injury**. M.S. Thesis. State College, Mississippi State University. 1969. 84p.

CHAVES, M. A.; MOREIRA, S. M. C.; ALVARENGA, L. C.; OLIVEIRA, L. M. Efeitos de múltiplos impactos na germinação de três cultivares de sementes de soja. **Revista Brasileira de Armazenamento**. Viçosa-MG, v.17, n.1 / 2, p.2-9, 1992.

COMISSÃO ESTADUAL DE SEMENTES E MUDAS DO CEARÁ. Normas e Procedimentos para a produção de sementes básicas e de sementes e mudas fiscalizadas para 1996/97. Fortaleza: CESM. 1996. 63p.

CONAB. Produção agrícola brasileira. Ministério da Agricultura. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/spa/anuario>, Acesso em: 15 - 01 - 2003.

COUTINHO, A.C. **Efeitos da velocidade e região de impacto e do tempo de armazenamento da semente de soja (cultivar UFV – 5)**. Viçosa, MG: UFV, 1984. 43p. Dissertação de Mestrado.

COUTO, S.M., ALVARENGA, L.C. Resistência de grãos de soja a impactos mecânicos. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa – MG, v.23, n.2, p. 03 – 09, 1998.

DELOUCHE, J.C. Determinants of seed quality. In: COURSE FOR SEEDSMEN, 23., 1976, Mississipi. **Proceeding...** Mississipi: State College, Mississipi, 1976. p. 53-68.

DELOUCHE, J.C. Standardization of vigor tests. **Journal Seed Technology**., v.1, n.2, p.75-85, 1976.

DELOUCHE, J.C.; POTTS, H.C. **Precepts for seeds storage**. In: Short Course for seedsmen. Mississippi. Agricultural Experiment Station, 1968, p. 95-105.

DELOUCHE, J.C.; POTTS, H.C. **Programa de sementes: planejamento e implantação**. 2. ed. Brasília – DF: AGIPLAN, 1974. 124p.

EVANS, M.D., HOLMES, R.G., McDONALD, M.B. Impact damage to soybean seed as affected by surface hardness and seed orientation. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.33, n.1, p. 234 – 240, 1990.

FILGUEIRAS, T.S. Seed vigor and productivity. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília – DF, v. 16, n.6, p.851-854, 1981.

GERMANO, M.L.A.R. Emprego de produtos naturais no tratamento de sementes de feijão macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), acondicionadas em três embalagens e em microrregiões do estado da Paraíba. Areia: UFPB – CCA, 1997. 77p. Dissertação Mestrado.

GUNASEKARAN, S.; MUTHUKUMARATPAN, K. Breakage susceptibility of corn of different stress-crock categories. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.36, n.5, p.1445 – 1446, 1993.

HARRINGTON, J. F. Seed storage and longevity. In: Kozlowski, T.T. **Seed Biology**, New York: v.3, p.145-245, 1972.

ISTA **Handbook of vigour test methods**. Zurich, Switzerland, 1981. 72p.

KANNENBERG J.W.; ALLARD, R.W. An association between pigment and lignin formation in the seed coat of the Lima Bean. **Crop Science**, Madison, n. 4, p. 621-622, 1964.

KRZYZANOWSKI, F.C.; MIRANDA, Z.F.S. Relatório do comitê de vigor da ABRATES. **Informativo ABRATES**, Brasília-DF, v.1, n.1, p.7-26, 1990.

KRZYŻANOWSKI, F.C. FRANÇA NETO, J.B. Situação atual do uso de testes de vigor como rotina em programas de sementes no Brasil. **Informativo ABRATES**, Brasília-DF, v.1, n.3, p.42-53, 1991.

LIEFORD, D.R.; RUSSEL, W.A. Evaluation of physical grain quality in the BS17 and BS1(HA)C1 synthetics of maize. **Crop Science**, Madison, v.25, n.3, p.471 – 476, 1985.

LOPEZ, R.A. **Avaliação de testes de vigor em sementes de feijão e suas relações com a emergência a campo**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1989. 62p. Dissertação Mestrado.

MARTINS NETTO, D. A.; BORBA, C. S.; OLIVEIRA, A.C.; AZEVEDO, J.T.; ANDRADE, R.V. Efeito de diferentes graus de dano mecânico na qualidade fisiológica de sementes de sorgo. **Revista da Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília-DF, v.34, n.8, p.1475-1480, ago., 1999.

MERCH, R.; GOMES, N.P. **Beneficiamento e armazenamento de grãos**. Porto Alegre – RS, CESA, 1982. 104p.

MOHSEIN, N.N. **Physical properties of plant and animal materials**. New York: Gordon and Breach Science Publishers, 1970. 731p.

MOORE, R.P. Effects of mechanical injuries on viability. In: ROBERTS, E.H. **Viability of seed**. London, Chapman and Hall, 1972. p. 94-113.

MORAES, M. L. B.; HARA, T.; SILVA, R. F.; CONDE, A.R. Efeitos da velocidade e da posição de impacto na germinação e no vigor de sementes de soja (Cultivar UFV-2), com diferentes teores de umidade. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa-MG, v.5, n.2, p.27-35, 1980.

PAIVA, L.E.; MEDEIROS FILHO, S.; FRAGA, A.C. Beneficiamento de sementes de milho colhidas mecanicamente em espigas: efeitos sobre danos mecânicos e qualidade fisiológica. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.24, n.4, p.846 – 856, 2000.

PAPES, A.C. Produção de feijão 350% maior que a registrada na Paraíba no ano de 2001. **Jornal da Paraíba**, Campina Grande – PB, 18 de dezembro de 2002. C. Economia, p.5.

POLLOCK, B.; ROSS, E. Seed and Seed-ling Vigour. In: Kozlowski, T.T. comp. **Seed Biology**, Madison, v.1, p. 352-360, 1972.

ROPINIGIS, F. **Preservação da qualidade fisiológica da semente durante o armazenamento**. Brasília-DF, Embrapa, 1976. 63p.

POWELL, A.A. The controlled deterioration test. In: CONGRESS OF THE INTERNACIONAL SEED TESTING ASSOCIATION, 24., 1995, Copenhagen – **Seed Vigour Testing: Contributions to a seminar** – Zurich: International Seed Testing Association, 1995. p. 73-87.

SALINAS, A.R.; YOLDJIAN, A.M.; CRAVIOTTO, R.M.; BISARO, V. Vigor tests and physiological quality of soybean seeds. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.2, p.371-379, fev. 2001.

SANTOS, M.M. **Avaliação da eficiência de diferentes testes para determinação da viabilidade e do vigor de sementes de feijão-macassar (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)**. Areia: UFPB. 1995. 55p. Dissertação Mestrado.

SILVA, F.A.S. **The ASSISTAT Software: statistical assistance**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 1996, Cancun. Anais... Cancun: American Society of Agricultural Engineers, 1996. p. 294-298.

SILVA, J. S. **Pré-processamento de produtos agrícolas**. Juiz de Fora-MG: Instituto Maria, 1995. 509p.

SMITH, M.T.; BERJAK, P. Deteriorative changes associated with the loss of viability of stored desiccations of seed associated Mycoflora During storage. In: JAIME, K.; GALILI, G. **Seed development and germination**. New York – Basel: Hong Yong; 1995. p. 701 – 746.

SOUZA, C. M. A.; QUEIROZ, D. M.; MANTOVANI, E. C.; CECON, P. R. Efeito da colheita mecanizada sobre a qualidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa-MG, v.27, n.1, p. 21-29, 2002.

SPINA, I.A.T.; CARVALHO, N.M. Testes de vigor para selecionar lotes de amendoim antes do beneficiamento. **Ciência Agronômica**, Jaboticabal – SP, v.1, n.1, p. 10, 1986.

STERLING, R.F. **Estudio sobre la calidad de semilla y otros factores limitantes de la producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en el Canton de Perez Zeledón**. San José, Costa Rica: Universidade de Costa Rica/ Facultad de Agronomia, 1981. 46 p. Dissertação Mestrado.

TEKRONY, D.M. Seed vigor testing – 1982. **Journal Seed Technology**, v.8, n.1, p.55-60, 1983.

TOLEDO, F.F. **Contribuição ao estudo de efeitos de danificação mecânica em sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Piracicaba: Escola Superior Luiz de Queiroz – SP, 1971. 111p. Tese de Doutorado.

TOLEDO, F.F. de; ABRAHÃO, J.T.M.; MORAES, R.S. O método do “envelhecimento precoce” em sementes de feijoeiro. In: Seminário Panamericano de Sementes, n.7, Obregon, México, 1972.

VIEIRA, D. R.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal-SP: Unesp/FUNEP, 1994. 164p.

VIEIRA, E.H.N.; YOKOYAMA, M. Colheita, Processamento e Armazenamento. In: VIEIRA, E.H.N.; RAVA, C.A. (eds). **Sementes de Feijão: produção e tecnologia**. Santo Antonio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2000. Cap. 11, p. 233 – 248.

VIEIRA, E.R. **Comparação entre métodos para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Lavras: Universidade Federal de Lavras. 1991. 87p. Dissertação Mestrado.

VIEIRA, L.F.; VIEIRA, C. RAMOS, J.A.O. **Produção de sementes de feijão**. Viçosa – MG. EPAMIG, 1993. 131p.

VIGGIANO, J.; MEDINA, R.S.L. Conservação de sementes de feijão-vagem com três teores de umidade, acondicionados em dois tipos de embalagens e mantidas sob duas condições de armazenamento durante sessenta meses. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 5, 1987, Gramado – RS: Anais **ABRATES**, 1987. p.28.

WOODSTOCK, L.W. Physiological and biochemical tests for seed vigor. **Seed Science & Technology**, v.1, n.1, p.127-157, 1973.

YOKOYAMA, L.P.; WETZEL, C.T.; VIEIRA, E.H.N.; PEREIRA, G.V. Sementes de Feijão: Produção, uso e comercialização. In: VIEIRA, E.H.N.; RAVA, C.A. **Sementes de feijão: Produção e tecnologia**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. Cap. 12. p.249 – 270.

## **8. ANEXOS**

Tabela 8. Valores médios da percentagem de germinação de sementes de feijão *vigna* para a interação variedades x períodos de armazenamento em condições ambientais de Alagoinha, PB

Variedades	Médias de Interação		
	Períodos		
	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>
Cedinha	94,60 aA	85,45 aB	24,20 aC
Rabo de Tatu	72,30 bA	32,90 bB	17,60 bC
CV (%)			14,19
DMS (coluna)			3,41
DMS (linha)			4,08

Tabela 9. Valores médios da percentagem de germinação de sementes de feijão *vigna* para a interação umidade x períodos de armazenamento em condições ambientais de Alagoinha, PB

Umidade (%)	Médias de Interação		
	Períodos		
	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>
13,5	89,75 aA	60,90 aB	20,00 aC
7,3	77,15 bA	57,45 bB	21,80 aC
CV (%)			14,19
DMS (coluna)			3,41
DMS (linha)			4,08

Tabela 11. Valores médios da percentagem de germinação de sementes de feijão *vigna* para a interação entre impactos x períodos em condições controladas de câmara seca, Campina Grande - PB

Impactos	Médias de Interação			
	Períodos			
	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>
1	83,50 abA	54,25 bB	37,62 abC	25,50 abD
2	84,50 aA	63,62 aB	43,75 aC	29,25 aD
3	77,37 bA	51,25 bB	33,37 bcC	25,75 abD
4	83,00 abA	50,62 bB	34,12 bcC	25,37 abD
5	88,87 aA	48,75 bB	29,25 cC	20,87 bD
CV (%)				14,72
DMS (coluna)				7,09
DMS (linha)				6,67

Legenda:

Período zero (P<sub>0</sub>) => sem armazenamento

Período 1 (P<sub>1</sub>) => Armazenamento com 60 dias

Período 2 (P<sub>2</sub>) => Armazenamento com 120 dias

Período 3 (P<sub>3</sub>) => Armazenamento com 180 dias

Testemunha: P<sub>0</sub> = 87 %, P<sub>1</sub> = 46 %, P<sub>2</sub> = 33 %, P<sub>3</sub> = 24 %

Tabela 12. Valores médios da percentagem de germinação de sementes de feijão *vigna* para a interação impactos x variedades em condições controladas de câmara seca, Campina Grande- PB

	Impactos				
	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>5</sub>
Variedades					
Cedinha	58,25 aB	66,68 aA	56,06 aBC	57,25aBC	52,81aC
Rabo Tatu	42,18 bAB	43,87 bA	37,81 bB	39,31bAB	41,06bAB
CV (%)					14,72
DMS (coluna)					5,01
DMS (linha)					3,59

Tabela 13. Valores médios da percentagem de germinação de sementes de feijão *vigna* para a interação impactos x umidade em condições controladas de câmara seca, Campina Grande- PB

	Impactos				
	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>5</sub>
Umidade					
13,5%	58,25 aAB	60,25 aA	52,68 aC	54,25aBC	44,81 bD
7,3%	42,18 bB	50,31 bA	41,18 bB	42,31bB	49,06 aA
C.V. (%)					14,72
DMS (coluna)					5,01
DMS (linha)					3,59

Tabela 14. Valores médios da percentagem de germinação de sementes de feijão *vigna* para a interação variedades x períodos em condições controladas de câmara seca, Campina Grande - PB

Variedades	Médias de Interação			
	Períodos			
	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>
Cedinha	94,60 aA	63,40 aB	43,45 aC	31,40 aD
Rabo de Tatu	72,30 bA	44,00 bB	27,80 bC	19,30 bD
CV (%)				14,72
DMS (coluna)				3,21
DMS (linha)				4,22

Tabela 18. Valores médios adimensionais do IVE de sementes de feijão *vigna* para interação umidade x variedades em condições ambientais de Alagoinha, PB

Médias de Interação		
Variedades	Umidade	
	13,5%	7,3%
Cedinha	8,66 aA	8,91 aA
Rabo de Tatu	6,04 bA	5,55 bA
CV (%)	17,16	
DMS (coluna)	0,45	
DMS (linha)	0,45	

Letra maiúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada linha.

Letra minúscula: Comparação entre médias, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, dentro de cada coluna.

Tabela 19. Valores médios adimensionais do IVE de sementes de feijão *vigna* para interação variedades x períodos de armazenamento em condições ambientais de Alagoinha, PB

Médias de Interação			
Variedades	Períodos		
	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>
Cedinha	12,38 aA	11,08 aB	2,90 aC
Rabo de Tatu	10,44 bA	4,83 bB	2,12 bC
CV (%)	17,16		
DMS (coluna)	0,55		
DMS (linha)	0,66		

Tabela 20. Valores médios adimensionais do IVE de sementes de feijão *vigna* para a interação umidade x períodos de armazenamento em condições ambientais de Alagoinha, PB

Médias de Interação			
Umidade	Períodos		
	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>
13,5 %	12,17 aA	7,48 bB	2,40 aC
7,3 %	10,65 bA	8,43 aB	2,62 aC
CV (%)	17,16		
DMS (coluna)	0,55		
DMS (linha)	0,66		

Tabela 22. Valores médios adimensionais do IVE de sementes de feijão *vigna* para a interação impactos x variedades em condições controladas de câmara seca, Campina Grande- PB

	Impactos				
	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>5</sub>
Variedades					
Cedinha	7,64 aB	9,19 aA	7,36 aB	7,67 aB	7,05 aB
Rabo Tatu	5,99 bAB	6,23 bA	5,29 bB	5,44 bAB	5,84 bAB
CV (%)	14,62				
DMS (coluna)	0,82				
DMS (linha)	0,58				

Tabela 23. Valores médios adimensionais do IVE de sementes de feijão *vigna* para a interação impactos x umidade em condições controladas de câmara seca, Campina Grande - PB

	Impactos				
	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	I <sub>3</sub>	I <sub>4</sub>	I <sub>5</sub>
Umidade					
13,5%	7,92 aAB	8,20 aA	6,87 aCD	7,23 aBC	6,15 aD
7,3%	5,71 bB	7,22 bA	5,78 bB	5,88 bB	6,74 aA
C.V. (%)	14,62				
DMS (coluna)	0,82				
DMS (linha)	0,58				

Tabela 24. Valores médios adimensionais do IVE de sementes de feijão *vigna* para interação umidade x variedades em condições controladas de câmara seca, Campina Grande - PB

Variedades	Médias de Interação	
	Umidade	
	13,5%	7,3%
Cedinha	7,83 aA	7,74 aA
Rabo de Tatu	6,72 bA	4,79 bB
CV (%)	17,62	
DMS (coluna)	0,37	
DMS (linha)	0,37	

Tabela 25. Valores médios adimensionais do IVE de sementes de feijão *vigna* para a interação entre impactos x períodos em condições controladas de câmara seca, Campina Grande - PB

Médias de Interação				
Impactos	Períodos			
	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>
1	11,38 abA	7,77 bB	5,13 bC	2,99 aD
2	11,73 abA	9,26 aB	6,41 aC	3,44 aD
3	10,62 bA	7,42 bB	4,30 bC	2,96 aD
4	11,02 bA	7,52 bB	4,69 bC	3,00 aD
5	12,32 aA	7,03 bB	4,06 bC	2,38 aD
CV (%)				14,62
DMS (coluna)				1,16
DMS (linha)				1,09

Legenda:

Período zero (P<sub>0</sub>) ⇒ sem armazenamento

Período 1 (P<sub>1</sub>) ⇒ Armazenamento com 60 dias

Período 2 (P<sub>2</sub>) ⇒ Armazenamento com 120 dias

Período 3 (P<sub>3</sub>) ⇒ Armazenamento com 180 dias

Testemunha: P<sub>0</sub> = 12, P<sub>1</sub> = 10, P<sub>2</sub> = 5,5, P<sub>3</sub> = 4

Tabela 26. Valores médios adimensionais do IVE de sementes de feijão *vigna* para a interação variedades x períodos em condições controladas de câmara seca, Campina Grande - PB

Médias de Interação				
Variedades	Períodos			
	P <sub>0</sub>	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>
Cedinha	12,38 aA	9,16 aB	5,97 aC	3,62 aD
Rabo de Tatu	10,44 bA	6,43 bB	3,87 bC	2,29 bD
CV (%)				14,62
DMS (coluna)				0,52
DMS (linha)				0,69