



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**



**COMPORTAMENTO DE COCÇÃO DE ARROZ VERMELHO DA  
VARIEDADE MARANHÃO**

**CARLOS DORNELLES FERREIRA SOARES**

**AREIA – PB**

**2013**

**CARLOS DORNELLES FERREIRA SOARES**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal da Paraíba,  
Campus II como parte das exigências para  
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

**ORIENTADORA:** Prof<sup>ª</sup> Dra. Márcia Roseane Targino de Oliveira.

AREIA – PB

2013

## DEDICATÓRIA

Ao meu pai, irmã, minhas duas mães Maria Das Neves e Nohama Roque e aos meus queridos amigos, por terem feito parte de mais essa trajetória da minha vida, seja pela boa energia enviada, conselhos, motivações e orações por mim.

Á vocês, dedico de coração.

## AGRADECIMENTOS

Não me canso de agradecer ao meu Deus que permitiu tantas bênçãos na minha vida, mesmo não sendo merecedor. Sou grato a ele pela família e educação que eles me deram, o que me tornou a pessoa que sou hoje e me ajudou a chegar até aqui, obrigado Pai, Mãe e Bel pelas orações e positividade enviadas para a realização deste trabalho. Também há aqueles que Deus escolhe pra ser nossa família mesmo sem possuir laços de sangue, obrigado à Nohama Roque por ter me adotado como um filho do coração e, ter dado a oportunidade de fazer parte de toda essa família linda que sentirei muita falta, não só a dela, mas como também da minha irmã na fé Ariane Falcão por toda amizade e comunhão recíprocas, que ela só venha a aumentar cada vez mais. À família do irmão Antônio e a irmã Rosileide por terem aberto as portas de sua casa para mim, me dando apoio e cuidado, me fazendo sentir parte dessa família que sentirei saudades e serei grato por toda vida, que Deus os abençoe e multiplique em bênçãos tudo o que vocês fizeram por mim. Aos meus amigos de desabafo, que sempre pude contar pra compartilhar nossos aperreios (risos) sentirei falta de nossas conversas e companheirismo nessa vida universitária Marcelo Rodrigues, Candice e a minha querida Cristina Lima. À professora Márcia Targino, pela compreensão, apoio e orientação em todos esses anos de convivência e trabalho. Aos meus colegas de trabalho do LTPA Pedro, Guilherme, Shara e Natália por terem me ajudado nesse e em tantos outros trabalhos. E um obrigado muito especial aos meus amigos do CCA, que tanto me ajudaram seja nos momentos bons, como nos ruins; tenho todos como meus irmãos, que tanto me ajudaram durante esses 5 anos de lutas e vitórias, creio que Deus tem um futuro glorioso para cada um de nós e, tudo que tenho a dizer é o meu muito obrigado, saibam que poderão contar comigo sempre. Os levarei para toda a minha vida em boas e velhas lembranças, Caio, Begna, Erton, Júlia, Claudiana e Patrícia.

**COMPORTAMENTO DE COCÇÃO DE ARROZ VERMELHO DA  
VARIEDADE MARANHÃO**

Por

CARLOS DORNELLES FERREIRA SOARES

APROVADA EM: 14/11/2013

BANCA EXAMINADORA

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Márcia Roseane Targino de Oliveira  
- Orientadora -  
CCA/UFPB

---

Shara Regina Borges dos Santos  
- Examinadora -  
CCA/UFPB

---

Aline Priscilla Gomes da Silva  
- Examinadora -  
CCA/UFPB

---

Prof. Normando Mendes Ribeiro Filho  
- Examinador -  
UFPB



Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da  
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

S676c Soares, Carlos Dornelles Ferreira.

Comportamento de cocção de arroz vermelho da variedade Maranhão. / Carlos Dornelles Ferreira Soares. - Areia: UFPB/CCA, 2013.  
78 f. : il.

Trabalho de conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2013.

Bibliografia.

Orientador (a): Márcia Roseane Targino de Oliveira.

1. Arroz – característica físico-química 2. Arroz vermelho 3. Arroz – temperatura de gelatinização 4. Arroz – teor de amilose I. Oliveira, Márcia Roseane Targino (Orientadora) II.Título.

UFPB/CCA

CDU: 633.18

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Grãos de arroz vermelho da variedade Maranhão na condição mal polida oriundos do município de Santana dos Garrotes.	8
<b>Figura 2.</b> Grãos de arroz vermelho da variedade Maranhão na condição integral oriundos do município de Santana dos Garrotes.	8
<b>Figura 3.</b> Colorímetro utilizado para a análise dos parâmetros de cor, da marca Konica Minolta.	9
<b>Figura 4.</b> Representação dos pontos de avaliação da cor das amostras de arroz vermelho variedade Maranhão no estado mal polido.	9
<b>Figura 5.</b> Representação do complexo azul escuro formado a partir da metodologia proposta com as amostras de arroz vermelho Maranhão integral e mal polida.	11
<b>Figura 6.</b> Grãos de arroz vermelho integral (A) e mal polido (B) dispostos em caixas plásticas com 10 mL de hidróxido de Potássio (KOH) 1,7%.	13
<b>Figura 7.</b> Representação dos grãos da variedade arroz vermelho Maranhão mal polidos e pressionados contra placas de vidro, demonstrando transparência.	14
<b>Figura 8.</b> Representação do teste de panela com tampa meia aberta	16
<b>Figura 9.</b> Representação do vapor saindo do “respiro” da panela, caracterizando o início do tempo do cocção.	17
<b>Figura 10.</b> Micro-ondas utilizado nos ensaios de cocção.	19
<b>Figura 11.</b> Aparência de grãos de arroz vermelho da variedade Maranhão mal polidos com classificados como pegajosos.	20
<b>Figura 12.</b> Aparência de grãos de arroz vermelho da variedade Maranhão integral com pegajosidade classificada como solto.	20
<b>Figura 13.</b> Representação da camada retirada para avaliação da textura dos resultados dos testes de cocção	21
<b>Figura 14.</b> Padrão de cor da variedade de arroz vermelho Maranhão beneficiada nos estados integral (A) e mal polido (B).	25
<b>Figura 15.</b> Aparência dos grãos da variedade Maranhão mal polida submetida ao teste de TG por dispersão alcalina.	30
<b>Figura 16.</b> Condições dos grãos de arroz vermelho mal polidos após pressionados junto a placas de vidro após 10 (A); 15(B) e 18(C) minutos em ebulição.	30

**Figura 17.** Condições dos grãos de arroz vermelho integrais pressionados junto a placas de vidro após 10 (A), 20(B), 30(C) e 40 minutos em ebulição. 34

## LISTA DE TABELAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabela 1.</b> Classificação do teor de amilose em arroz e respectivo comportamento após cocção.	12
<b>Tabela 2.</b> Tabela de interpretação do resultado do teste de temperatura de gelatinização através do método de dispersão alcalina.	13
<b>Tabela 3.</b> Interpretação da temperatura de gelatinização por dispersão alcalina de grãos de arroz vermelho da variedade Maranhão integral e mal polida.	14
<b>Tabela 4.</b> Tempo de maceração e quantidade de água usados no planejamento para cocção do arroz vermelho Maranhão integral e mal polido.	15
<b>Tabela 5.</b> Planejamento dos ensaios interseccionados realizados para os métodos de cocção da variedade de arroz vermelho Maranhão nas condições mal polida e integral.	16
<b>Tabela 6.</b> Valores correspondentes à quantidade de água e arroz, tempo, rendimento em percentagem, e em xícara, textura e pegajosidade do teste de cocção preliminar de uma marca comercial de arroz vermelho.	18
<b>Tabela 7.</b> Conceitos para classificação quanto a pegajosidade e textura de grãos de arroz após a cocção.	21
<b>Tabela 8.</b> Médias das dimensões de comprimento, largura, espessura e a relação comprimento/largura de grãos de arroz vermelho integral e mal polidos, variedade Maranhão.	22
<b>Tabela 9.</b> Coeficiente de Variação, Luminosidade (L*) e coordenadas de cromaticidade (a* e b*) de grãos de arroz vermelho variedade Maranhão nas condições integral e mal polido.	24
<b>Tabela 10.</b> Teor de umidade dos grãos de arroz vermelho de estudo, integral e mal polido.	25
<b>Tabela 11.</b> Médias referentes ao grau de dispersão alcalina e classificação da temperatura de gelatinização dos grãos de arroz vermelho da variedade Maranhão integral e mal polida.	26
<b>Tabela 12.</b> Valores médios e conceitos quanto aos teores de amilose da cultivar de arroz vermelho Maranhão.	28
<b>Tabela 13.</b> Tempo mínimo de cocção para arroz vermelho da variedade	29

Maranhão nas condições polido e integral.

**Tabela 14.** Valores percentuais do ganho de peso dos grãos de arroz vermelho da variedade Maranhão integrais e mal polidos após os tempos de 15, 30, 45 e 60 minutos de maceração. 31

**Tabela 15.** Desempenho de cocção pelo teste de panela dos grãos de arroz vermelho, variedade Maranhão mal polido e integral. 32

**Tabela 16.** Desempenho de cocção dos grãos de arroz vermelho, variedade Maranhão, mal polido e integral em panela elétrica. 34

**Tabela 17.** Desempenho de cocção dos grãos de arroz vermelho, variedade Maranhão, mal polido e integral em micro-ondas. 35

**Tabela 18.** Peso em gramas dos ensaios realizados com grãos da variedade de arroz vermelho Maranhão integral e mal polida nos 3 métodos de cocção utilizados. 36

SOARES, C. D. F. **COMPORTAMENTO DE COCÇÃO DE ARROZ VERMELHO DA VARIEDADE MARANHÃO**. Areia: CCA/UFPB, 2013. (Trabalho de Conclusão de Curso).

### RESUMO GERAL

Qualidade culinária de arroz significa o comportamento esperado do grão logo após a cocção. É algo subjetivo e sujeito aos padrões estabelecidos nos diferentes países. Conhecimento acumulado de pesquisas em qualidade de grãos de arroz indica que esta é influenciada pelas propriedades físicas e químicas do amido do endosperma, tais como teor de amilose e temperatura de gelatinização. No Nordeste brasileiro, o arroz de pericarpo vermelho é um dos principais pratos da culinária regional e importante fonte de renda para os agricultores familiares. O Vale do Piancó no estado da Paraíba é o maior produtor do país, existindo mais de mil famílias que se dedicam a esta cultura. Partindo-se dessas informações o objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento de cocção da variedade comercial de arroz vermelho Maranhão, nas condições integral e mal polida. Amostras foram coletadas no município de Santana dos Garrotes e encaminhadas ao Laboratório de Tecnologia de Produtos Agropecuários do Centro de Ciências Agrárias da UFPB, onde foram feitas caracterizações físicas, físico-químicas e avaliação da qualidade culinária em três diferentes métodos de cocção: por micro-ondas, panela elétrica e panela convencional. A variedade apresentou grãos com baixo teor de amilose e temperatura de gelatinização alta. O tempo mínimo de cocção obtido para os grãos mal polidos foi 18 minutos, e para os integrais 40 minutos. A textura e a pegajosidade dos grãos integrais variaram em função do método de cocção utilizado, o que não ocorreu para os grãos mal polidos que apresentam-se pegajosos e macios após o cozimento. Os grãos integrais da variedade estudada apresentaram maior rendimento de cocção em micro-ondas, com um tempo de 55 minutos. O rendimento do arroz mal polido foi maior ao se utilizar a panela elétrica como método de cocção em um tempo de 25 minutos.

**Palavras-chave:** Caracterização físico-química, teor de amilose, temperatura de gelatinização.

SOARES, C. D. F. **COOKING BEHAVIOR OF RED RICE VARIETY MARANHÃO**. Areia: CCA/UFPB, 2013. (Conclusion Course Work).

### **ABSTRACT**

Cooking quality of rice grain means the expected behavior immediately after cooking. It is subjective and subject to the standards established in different countries. Knowledge gained from research on quality of rice grains indicates that this is influenced by the physical and chemical properties of the endosperm starch such as amylose content and gelatinization temperature. In Northeast Brazil, the red pericarp rice is a major regional cuisine and important source of income for family farmers. The Vale do Piancó in Paraíba state is the largest producer in the country, with more than a thousand families who are dedicated to this culture. Starting from this information the purpose of this study was to evaluate the behavior of commercial cooking red rice variety Maranhão, in the full conditions and poorly polished. Samples were collected in the municipality of Santana dos Garrotes and sent to the Laboratory of Technology of Agricultural Products of the Center for Agricultural Sciences - UFPB where, physicochemical characterizations and physical assessment of quality cuisine were made at three different cooking methods: microwave, electric and conventional pan pot. The variety showed grains with low amylose content and high temperature gelation. The minimum cooking time obtained for the poorly polished grains was 18 minutes and for the full grain, 40 minutes. The texture and stickiness of full grains varied depending on the cooking method used, which did not occur for poorly polished grains showing up sticky and soft after cooking. The variety of whole grains studied showed higher cooking in microwave, with a time of 55 minutes. The yield of poorly polished rice was higher when using the cooker as a method of cooking in a time of 25 minutes.

**Keywords:** physicochemical characterization, amylose content, gelatinization temperature.

## 1. INTRODUÇÃO

A qualidade culinária de arroz é o comportamento esperado do grão logo após a cocção. É algo subjetivo e sujeito aos padrões estabelecidos nos diferentes países, que por sua vez, são afetados pelos padrões culturais e pela sua forma de utilização na alimentação (FAO, 2004). Mas, de uma maneira ampla, pode-se dizer que o termo qualidade é aplicado, largamente, para categorizar o comportamento do amido contido no endosperma do grão e as suas dimensões (CASTRO et al., 1999).

O arroz deve possuir uma qualidade de processamento e de culinária que se refere à preferência e à aceitabilidade do consumidor e também implica na qualidade aceitável como produto comestível (AACC, 1972). Atributos como aparência, coesão, maciez e sabor do arroz são critérios de qualidade final do arroz cozido (SCHIOCCHET & MACHADO, 1997).

Os aspectos ligados a qualidade de grãos em arroz são mais amplos e complexos que aqueles considerados em outros cereais. O arroz, no Brasil, é consumido principalmente na forma de grãos inteiros, descascados e polidos. O trigo e o milho, ao contrário, normalmente são transformados em outros produtos antes do consumo. Assim, no caso do arroz, além de aspectos determinantes da qualidade de consumo, como a aparência do produto após cozimento, o odor, a consistência e o sabor, são também considerados aspectos relacionados à aparência dos grãos antes do cozimento (CASTRO et al., 1999). No Nordeste brasileiro, em particular nos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Ceará, o arroz de pericarpo vermelho constitui um dos principais pratos da culinária regional e importante fonte de renda para os agricultores familiares (PEREIRA et al., 2009).

A crescente demanda por produtos que contribuam para melhorar o padrão alimentar da população, aliada aos conceitos de produtividade e qualidade vão ao encontro dos anseios da sociedade como um todo. Nesse sentido, até bem pouco tempo, as pesquisas com arroz no Brasil enfatizavam o desempenho agrônomo sem conferir maior importância aos aspectos de ordem culinária e nutricional. Porém, a introdução do conceito de qualidade para o arroz está modificando essa situação, fazendo-se necessária uma avaliação mais abrangente e criteriosa levando em consideração a caracterização tecnológica do grão e até mesmo suas características sensoriais. Nesse contexto, estabelecer as diferenças não somente de caráter agrônomo, mas também sobretudo de caráter culinário e nutricional entre variedades de arroz tornou-se uma estratégia importante (PEREIRA, 2009).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento de cocção da variedade comercial de arroz vermelho Maranhão nas condições mal polido e integral.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 A cultura do arroz**

O arroz é constituído principalmente por amido, apresentando quantidades menores de proteínas, lipídios, fibras e cinzas. Entretanto, a composição do grão e de suas frações está sujeita a diferenças varietais, variações ambientais, de manejo, de processamento e de armazenamento, produzindo grãos com características nutricionais diferenciadas. Além disso, os nutrientes não estão uniformemente distribuídos nas diferentes frações do grão. As camadas externas apresentam maiores concentrações de proteínas, lipídios, fibra, minerais e vitaminas, enquanto o centro é rico em amido. Dessa forma, o polimento resulta em redução no teor de nutrientes, exceto de amido, originando as diferenças na composição entre o arroz integral e o polido (ZHOU et al., 2002). O arroz integral difere do arroz polido devido ao diferente tipo de processamento a que é submetido. Essa diferença no processamento acarreta modificações no valor nutricional, na vida de prateleira, no sabor e textura dos dois tipos de arroz. A principal diferença está na etapa de polimento, que no caso do arroz integral é muito mais branda, servindo apenas para retirar algumas camadas mais externas, sem separar o germe nem o farelo. Isso explica o fato de o arroz integral possuir maior valor nutricional.

### **2.2 Instrução normativa 16/2009 MAPA**

O regulamento técnico Nº 6 de 16 de fevereiro de 2009 publicado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento define o padrão oficial de classificação do arroz, considerando seus requisitos de identidade e qualidade, a amostragem, o modo de apresentação e a marcação ou rotulagem, nos aspectos referentes à classificação do produto.

De acordo com o documento, considera-se arroz: os grãos provenientes da espécie *Oryza sativa* L.; arroz vermelho, como o produto pertencente à variedade da espécie *Oryza sativa* L., cujos grãos apresentam pericarpo de coloração avermelhada. A instrução decreta que o arroz vermelho, assim como o arroz preto, são tipos especiais de arroz, devendo sofrer os mesmos critérios de classificação, identidade e qualidade. Especifica ainda que de acordo com o beneficiamento, o arroz pode ser beneficiado, o qual constitui um produto maduro que foi submetido a algum processo de beneficiamento e se encontra desprovido, no mínimo, da sua casca; arroz descascado ou arroz integral (esbramado) que é o produto do qual somente a casca foi retirada e arroz mal polido, o produto que após o polimento apresenta estrias longitudinais visíveis a olho nu.

### 2.3 Arroz vermelho (*Oriza sativa* L.)

O arroz vermelho ainda é pouco conhecido no Brasil, no estado da Paraíba é um dos principais alimentos da região, sendo conhecido também como Arroz-da-Terra e arroz Veneza. O Estado é o maior produtor do país e o Vale do Piancó possui uma bacia hidrográfica de solos naturalmente férteis que viabiliza a produção desse tipo de arroz. Só no Vale do Piancó - PB existem mais de mil famílias que se dedicam a esta cultura (EMBRAPA, 2010). Este arroz, cultivado no Vale do Piancó pode ser considerado um produto ecologicamente limpo, por não receber tratamento com agrotóxicos devido as práticas de cultivo ainda bastante rudimentares. Plantado predominantemente por pequenos agricultores como lavoura de autoconsumo, sem uso de qualquer tecnologia, esse arroz apresenta baixos níveis de produtividade (SLOW FOOD, 2009).

De acordo com Pereira (2004), o estado da Paraíba é o maior produtor de arroz vermelho do Brasil, onde esta produção está concentrada em municípios localizados na região do Sertão, sendo os municípios da microrregião de Piancó (Boa Ventura, Itaporanga, Olho D'Água, Santana dos Garrotes e Piancó) os mais representativos.

Apesar de tratar-se de um produto de boa qualidade alimentar, bastante consumido e integrante de uma rica culinária regional no nordeste, são raras as indústrias que trabalham com este produto. O arroz-vermelho está correndo o risco de extinção nessa região brasileira devido à forte concorrência da indústria do arroz branco e o acelerado êxodo rural na região produtora. Existe a preocupação dos pesquisadores em preservar a viabilidade genética do arroz-vermelho, para manter a qualidade do alimento e promover seu melhoramento genético (PEREIRA, 2004).

De acordo com Ferreira et al. (2005), acredita-se que existam nichos de mercados que desejam arroz diferente do padrão agulhinha, que é a preferência nacional. A identificação e quantificação do potencial destes mercados poderá mostrar a viabilidade de se criar um padrão alternativo para atendê-los (BORGES et al., 2012).

O arroz vermelho ainda possui mercado em expansão no país, fazendo-se necessários programas de divulgação e pesquisas que venham a corroborar pra o acesso e comercialização interna desses produtos, não só relacionadas ao desempenho produtivo, como também a qualidade tecnológica e culinária; uma vez, que um produto de alto desempenho na indústria de beneficiamento será descartado se não possuir adequada qualidade culinária (CASTRO et al., 2003).

## 2.4 Qualidade culinária

A qualidade do arroz até recentemente era julgada apenas com base na qualidade de engenho, como rendimento, brancura e pureza. Entretanto, uma variedade pode ser produtiva, possuir grãos longos e ser completamente rejeitada para uso culinário e de processamento. Isto evidencia que também há necessidade de desenvolver e produzir variedades com características compatíveis com o processamento e a culinária, pois são exigências do consumidor. A introdução do conceito de qualidade, porém, está modificando essa situação, tornando necessária uma avaliação mais abrangente e criteriosa levando em consideração a caracterização tecnológica do grão e até mesmo suas características sensoriais. Nesse contexto, estabelecer as diferenças não somente de caráter agrônômico, mas também e, sobretudo de caráter culinário e nutricional entre o arroz branco e o arroz vermelho tornou-se uma estratégia importante (PEREIRA, 2009).

A qualidade culinária de arroz representa o comportamento esperado do grão logo após a cocção. A preferência do consumidor, que pressupõe a valorização dos atributos que lhe agradam, é determinada não só pelas propriedades químicas e físicas dos grãos, mas também por aspectos relacionados à aparência do produto após cozimento (rendimento de panela, tempo de cocção, grãos secos, soltos e macios quando reesquentados) (FERREIRA et al., 2005).

No Brasil, sobretudo nos grandes centros urbanos, a preferência tem sido pelo arroz branco, de grãos longos e finos (popularmente conhecido como agulhinha), que se avoluma na panela e permanece solto e macio depois do cozimento, mas, nas regiões onde se produz e se consome o arroz-vermelho, a preferência recai sobre o produto que, independentemente das dimensões e da forma do grão descascado, se mantém pegajoso após o cozimento (PEREIRA, 2007).

Atributos como aparência, coesão, maciez e sabor do arroz são critérios de qualidade final do arroz cozido (SCHIOCCHET & MACHADO, 1997). A maciez varia muito de acordo com a variedade de arroz, mas também varia com a preferência de diversos povos. O aspecto dos grãos após o cozimento tais como maciez e textura, dependem da concentração de amilose presente no amido; cultivares com baixa amilose, apresentam cozimento aguado, dando-se preferência para aquelas com teores intermediários (JULIANO, 1979).

As proporções de amilose e amilopectina influenciam na viscosidade e no poder de gelificação do amido (BOBBIO, 1995). O teor de amilose está correlacionado com as propriedades texturais, como maciez, coesão, cor, brilho, volume de expansão, absorção de água. Relaciona-se, portanto, com as mudanças que ocorrem durante o processo de cocção e determina a qualidade culinária (FERREIRA, et al., 2005).

O conhecimento acumulado durante várias décadas de pesquisa em qualidade de grão de arroz indica que uma qualidade culinária precária ou indesejável pode ser atribuída a três das propriedades físicas e químicas do amido do endosperma, isto é teor de amilose (JULIANO, 1985), consistência de gel (CG) (CAGAMPANG et al., 1973) e temperatura de gelatinização (TG); (LITTLE et al., 1958). Porém, é conhecido que as propriedades da pasta de farinha de arroz têm uma relação direta com TG e CG.

Cnossen e Siebenmorgen (2000) relataram que em temperaturas abaixo da TG, o amido apresenta um material vítreo com baixos coeficientes de expansão, volume específico e difusividade. Em temperaturas acima da TG, o amido apresenta-se como um material pegajoso com coeficientes mais elevados de expansão, volume específico e difusividade. A textura e aparência do arroz após cozimento são características que praticamente definem a aceitabilidade de uma nova cultivar (BASSINELLO et al., 2004).

As características determinantes da qualidade de grão em arroz refletem-se diretamente no valor de mercado e na aceitação do produto pelo consumidor. Uma das características importantes do arroz cozido é a textura que é afetada por fatores tais como condições agronômicas, características físico-químicas (do amido, por exemplo), etapas de processamento como secagem, armazenamento, polimento e condições de cozimento (CASTRO et al., 1999).

O arroz sofre muitas interferências durante o cozimento, como: quantidade de grãos, proporção de água, adição de ingredientes ou condimentos, entre outros (GULARTE et al., 2005). O grau de polimento do grão também influencia na qualidade culinária, tem relação com o lucro dos fazendeiros e da indústria de beneficiamento, pois um grau de polimento satisfatório é um fator de escolha para minimizar as perdas e melhorar a qualidade culinária (BAO et al., 2005).

Park et al. (2001) informaram os efeitos do grau de polimento sobre as propriedades sensoriais e físico-químicas de arroz polido e cozido. Embora muitos trabalhos tenham sido feitos para estudar o efeito do grau de polimento nas propriedades físico-químicas de arroz, ainda permanece a pesquisa sobre esse efeito e o efeito das cultivares na cocção e mensuração instrumental de textura. O comprimento do grão de arroz também está relacionado com a sua viscosidade. Os grãos curtos, normalmente são pegajosos e os grãos longos, não apresentam essa característica (MOSSMAN et al., 1983).

O teste de cocção em arroz é um dos parâmetros de qualidade muito utilizado por programas de melhoramento genético e indústrias de beneficiamento como forma de

avaliar o comportamento culinário das cultivares lançadas e/ou novas linhagens em estudo.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Caracterização fisiográfica da região produtora**

O município de Santana dos Garrotes localiza-se no Vale do Piancó, na região Sudoeste do Estado da Paraíba. Seu território ocupa uma área de 353.813 km<sup>2</sup>. Sua população em 2011 - zona urbana- foi 3.736 hab. e a população rural 3.530 hab., ao todo o município tem uma população de 7.266 habitantes. O clima da região é quente e seco. Sua hidrografia é representada pelos Riachos Santana, Maracujá e Gravatá. A vegetação predominante é o cerrado. A economia do município gira em torno da agricultura, com a plantação de algodão, milho, e arroz, em pequenas propriedades. O setor pecuarista dedica-se à criação de gado bovino, suíno e caprino (SOUZA & ALCÂNTARA, 2011).

A produção do arroz vermelho no município é artesanal e ainda rudimentar. O preparo do solo geralmente se dá através de tração animal, sem uso de qualquer tipo de adubação. A semeadura acontece com o início das chuvas, geralmente em janeiro, e a colheita realizada no mês de março/abril. Por serem rudimentares, as máquinas de beneficiamento conhecidas por “despolpadeiras” apresentam problemas na regulagem, promovendo perda de grande parte do pericarpo do grão, deixando ranhuras brancas no mesmo. Além disto, como a população dessa região prefere o arroz mais “branquinho”, ao ser beneficiado passa pelo processo de brunição, que ocorre na própria “despolpadeira”, obtendo-se no final, grãos mal polidos (BORGES, 2011).

Das variedades cultivadas no Vale do Piancó predominam a “Cáqui” e a “Maranhão”, no entanto as mesmas encontram-se misturadas, sendo oriundas da própria produção, pois, parte do que não é mantido para o consumo e/ou comercialização, é armazenado para ser utilizado na produção do ano seguinte (PEREIRA, 2004).

#### **3.2 Amostra**

O material de trabalho constituiu-se de arroz vermelho da variedade Maranhão, também chamada de “Amarelão” pelos produtores locais, devido a cor amarela da sua casca. Foram coletados cerca de 6 kg de arroz nos estados integral e mal polido diretamente da agroindústria do município de Santana dos Garrotes. O arroz mal polido foi obtido da safra de março de 2013, que se encontrava armazenado em casca em condições ambientais e foi beneficiado em agosto do mesmo ano em despolpadeira

localizada no próprio município, gerando assim, um grão quase branco, considerado mal polido, por possuir ranhuras vermelhas (Figura 1). O arroz integral foi obtido da safra de maio de 2012, sendo beneficiado no mês de agosto no ano seguinte. Segundo os produtores, a forma de obtenção do grão em estado integral consiste no beneficiamento nas despoldadeiras utilizando apenas à primeira brunição, onde somente a casca (gluma) do grão é retirada (Figura 2). Os dois tipos de amostras, polida e integral, foram acondicionadas em sacos plásticos e encaminhadas ao Laboratório de Tecnologia de Produtos Agropecuários do CCA-UFPB, onde foram submetidas a análises físicas, físico-químicas e aos testes de cocção.



**Figura 1.** Grãos de arroz vermelho da variedade Maranhão mal polidos oriundos do município de Santana dos Garrotes.



**Figura 2.** Grãos de arroz vermelho da variedade Maranhão no estado integral oriundos do município de Santana dos Garrotes.

### 3.3 Caracterização física

#### 3.3.1 Propriedades físicas

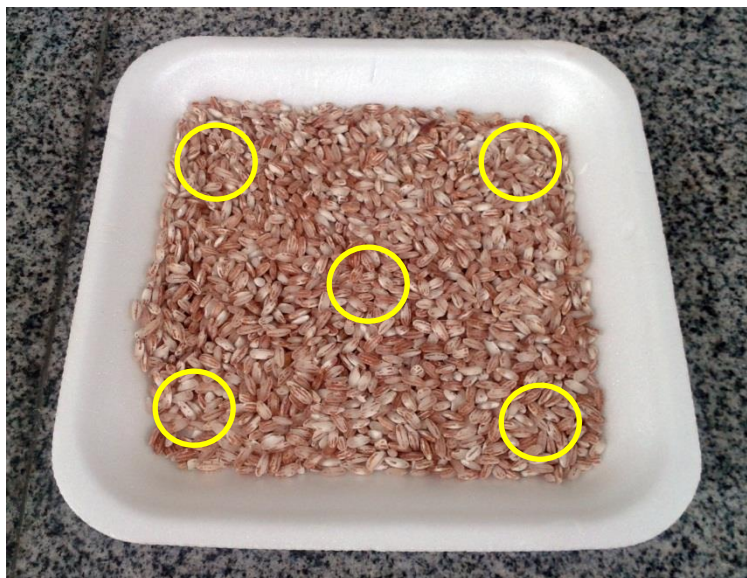
A caracterização biométrica foi realizada numa amostra composta por 100 grãos de arroz. Foram determinados o comprimento, largura, espessura e a relação comprimento/largura através de paquímetro da marca Excellent.

#### 3.3.2 Parâmetros de cor

Os parâmetros instrumentais de cor  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  foram determinados pelo uso de colorímetro modelo CR-10 da marca Konica Minolta (Figura 3), através da aproximação do sensor óptico do aparelho com ângulo de iluminação de  $8^\circ$  e visualização difusa nas amostras de arroz vermelho, dispostos sobre bandejas de isopor, a leitura foi realizada em 5 pontos diferentes, equivalentes as extremidades da bandeja, conforme Figura 4.



**Figura 3.** Colorímetro Konica Minolta utilizado para a análise dos parâmetros de cor do arroz vermelho variedade Maranhão.



**Figura 4.** Representação dos pontos para a avaliação da cor das amostras de arroz vermelho variedade Maranhão no estado mal polido.

O parâmetro  $L^*$  define a claridade da cor, em que o valor zero indica cor totalmente escura e 100, totalmente clara; a coordenada de cromaticidade  $a^*$  indica a tonalidade vermelha e quando positiva indica a existência de maior teor de pigmentos vermelhos, já quando negativa aponta a inexistência destes tendendo para o verde. A coordenada  $b^*$  refere-se à tonalidade amarela, quando positiva, e azul quando negativa.

### 3.4 Características físico-químicas

#### 3.4.1 Umidade

Pesou-se  $1g \pm 0,002$  da amostra seca e moída, em balança analítica com 0,0001 de precisão, sendo em seguida depositada em cadinhos de alumínio, previamente tarados e identificados, que foram transferidos para estufa à  $105^{\circ}C$  permanecendo durante 16 horas (“overnight”) e posteriormente pesados. Essa metodologia baseou-se nas normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Os resultados foram obtidos com base na seguinte equação:

$$U(\%) = 100 - \left[ 100 * \frac{(P2-P1)}{Pa} \right] \text{ onde,}$$

- $P1$  = peso da placa tarada;
- $P2$  = peso da placa contendo amostra após secagem em estufa;
- $Pa$  = peso da amostra inicial.

### 3.5 Qualidade culinária

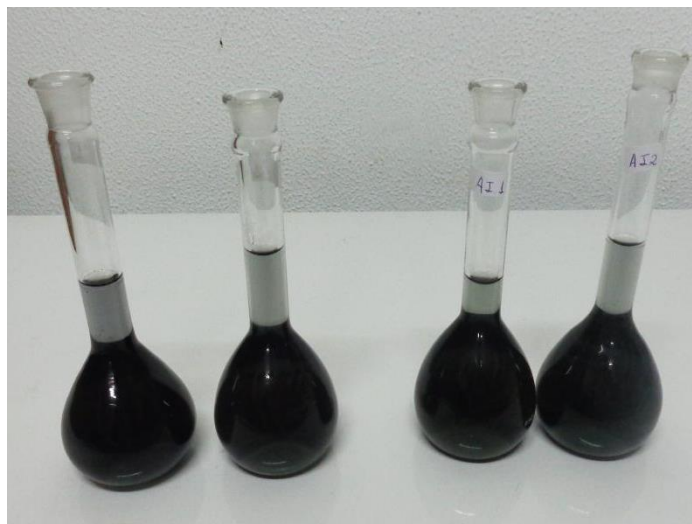
#### 3.5.1 Teor de amilose

A concentração da fração amilose do amido foi determinada por meio de técnica colorimétrica, segundo a metodologia desenvolvida por Martínéz e Cuevas (1989). Utilizou-se como indicador a solução iodo/iodeto de potássio e o complexo formado medido por espectrofotômetro no visível a um comprimento de onda  $\lambda = 590\text{nm}$ .

Em 100 mg de amostra, previamente seca e moída manualmente, adicionou-se 1 mL de álcool etílico 96% e 9 mL de solução de Hidróxido de sódio (NaOH) 1,0N. Colocou-se em banho-maria a 100°C por 9 minutos para gelatinizar o amido. Após atingir temperatura ambiente, transferiu-se para balão volumétrico de 100 mL, completou-se o volume com água destilada e homogeneizou-se.

De cada um dos balões que continham as amostras de amido gelatinizado, tomaram-se alíquotas de cinco mililitros com uma pipeta volumétrica, transferiu-se para balões de 100 mL e acidificou-se com 1 mL de ácido acético 1 N.

Acrescentaram-se 2 mL do indicador de iodo, que ao reagir com o amido formou-se um complexo de coloração azul escura (Figura 5); homogeneizou-se e esperaram-se trinta minutos sob proteção da luz, à temperatura ambiente. A leitura foi efetuada no espectrofotômetro, UV/visível, marca FEMTO, mod. 600S, à 590 nm, em duas repetições.



**Figura 5.** Representação do complexo azul escuro formado com as amostras de arroz vermelho Maranhão integral e mal polida.

### 3.5.1.2 Construção da curva padrão de amilose

Esta curva foi obtida utilizando-se diversas diluições de amilose pura comercial e seguindo um procedimento similar ao realizado com as amostras de arroz, ainda de acordo com Martínéz e Cuevas (1989). Inicialmente foram pesados 40 mg de amilose e colocados em balões de 100 mL. Foram seguidos os mesmos passos realizados para gelatinizar o amido das amostras de arroz.

Depois de gelatinizado o amido e completado o volume do balão, foram pipetadas alíquotas de 1, 2, 3, 4 e 5 mL e transferidas para os balões de 100 mL, obtendo-se cinco diluições da solução padrão. Em seguida foram colocados 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; e 1 mL de ácido acético respectivamente e 0,4; 0,8; 1,2; 1,6 e 2 mL de solução de iodo. Foram completados os balões com água destilada, agitados e deixados em repouso por 30 minutos, ao abrigo da luz. Utilizando-se o espectrofotômetro em comprimento de onda 590 nm, foi lida a absorvância de cada uma das diluições da solução padrão.

Para a construção da curva padrão, colocou-se no eixo x (abscissa) a concentração de amilose das diluições e no eixo y, os valores da absorvância. A equação de reta obtida através da curva é do tipo linear e relaciona a absorvância lida (y) com a concentração dos padrões (x). Por meio da equação de reta da curva padrão, pôde-se calcular a concentração de amilose de cada amostra, por meio da seguinte equação:

$$C = (Abs \pm b/a) \times fd.$$

Em que, C = concentração em mg mL<sup>-1</sup>;

b = coeficiente angular;

a = coeficiente linear;

Fd = fator de diluição igual a 20.

O último passo consistiu na leitura dos valores de absorvância das amostras e estimou-se o conteúdo de amilose por meio da multiplicação do valor de absorção de cada amostra pelo fator de conversão que foi obtido ao elaborar a curva padrão. Entre cada leitura, passou-se o branco para zerar o equipamento. Na Tabela 1 encontra-se a referência de classificação das amostras de acordo com os teores de amilose.

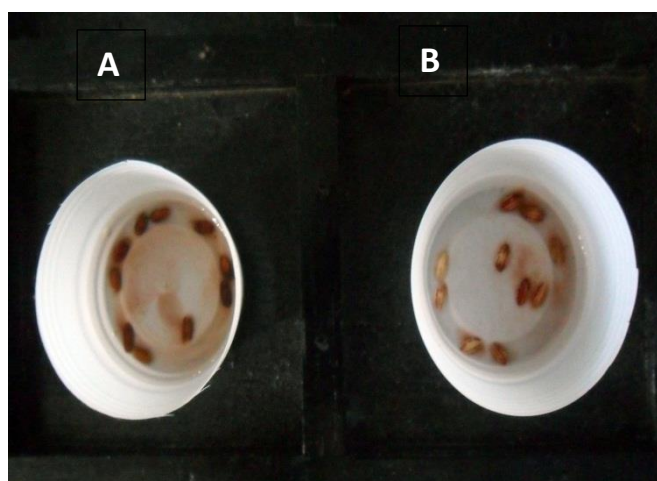
**Tabela 1.** Classificação do teor de amilose em arroz e respectivo comportamento após cocção.

Teor de amilose	(%)	Características
Alto	28 a 32	Seco, solto e duro
Intermediário	23 a 27	Seco, solto e macio
Baixo	11 a 22	Pegajoso e macio

Fonte: Adaptado de Martínéz e Cuevas (1989).

### 3.5.2 Temperatura de Gelatinização (TG)

A TG foi obtida por processo de dispersão alcalina de acordo com metodologia desenvolvida pelo Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT (1989). Foram separados 10 grãos de arroz vermelho, inteiros e com boa aparência, nas duas condições de beneficiamento. Os mesmos foram colocados em caixas plásticas, de aproximadamente 5 cm de diâmetro, adicionou-se 10 mL de hidróxido de Potássio (KOH) 1,7% (Figura 6) e transferiu-se para estufa retilínea FANEM, à 30°C por 23 horas. O resultado foi calculado multiplicando-se o número de grãos pelo respectivo grau de dispersão alcalina, somados e divididos por dez e posteriormente interpretados de acordo com a descrição da Tabela 2.



**Figura 6.** Grãos de arroz vermelho integral (A) e mal polido (B) dispostos em caixas plásticas com 10 mL de hidróxido de Potássio (KOH) 1,7%.

**Tabela 2.** Interpretação do resultado do teste de temperatura de gelatinização através do método de dispersão alcalina.

Grau	Características observadas	TG correspondente
1	Grão de arroz inalterado.	Temperatura de gelatinização alta (A), entre 74 a 80°C
2	Grão inchado mas sem perder o formato.	
3	Grão inchado, com fissuras leves (levemente desintegrado) e duro ao ser tocado.	
4	Grão um pouco aberto (em uma das laterais), envolvido por um halo esbranquiçado, e macio ao toque.	Temperatura de gelatinização intermediária(I), de 69 a 73°C
5	Grão totalmente aberto, algumas vezes formando uma massa dispersa ao seu redor.	
6	Grão quase que totalmente desintegrado, sendo que dificilmente se observa sua forma.	Temperatura de gelatinização baixa (B), de 63 a 68°C
7	Grão totalmente desintegrado, sendo que, frequentemente se observa unicamente os embriões.	

A descrição da TG foi feita de acordo com os graus de dispersão que as amostras apresentaram e estão descritos na Tabela 3.

**Tabela 3.** Interpretação da temperatura de gelatinização por dispersão alcalina de grãos de arroz vermelho da variedade Maranhão integral e mal polida.

Identificação da amostra	Rep.	Graus de dispersão alcalina							Média *	Descrição
		1	2	3	4	5	6	7		
Arroz Integral	I	10							2	Alta
	II	10							2	
	III	9	1						2,1	
Arroz Polido	I			10					3	Alta
	II			10					3	
	III			9	1				3,1	

\* O valor médio é obtido multiplicando-se o número de grãos enquadrados em cada grau correspondente, somando-se e dividindo-se por 10.

### 3.5.3 Tempo mínimo de cocção

Realizou-se a determinação do tempo mínimo de cocção (TMC) da variedade em estudo nas duas condições de beneficiamento, através de adaptações feitas na metodologia proposta por Bassinello et al. (2004). Utilizou-se 4 g do arroz cru que foram postos juntamente com 135 mL água destilada em béquer de 200 ml, em chapa aquecedora a 100°C. Após dez minutos em ebulição constante retiraram-se 10 grãos de arroz, espalhando-os sobre uma placa de vidro e pressionando-os firmemente com

placas menores, sendo a amostragem retirada a cada 10 minutos até que os grãos estivessem totalmente transparentes de acordo com a Figura 7.



**Figura 7.** Representação dos grãos de arroz vermelho da variedade Maranhão mal polidos cozidos e pressionados contra placas de vidro.

### **3.6 Testes de cocção**

Os testes de cocção com o arroz vermelho foram realizados por três diferentes métodos: teste de panela (Bassinello et al., 2004), teste em panela elétrica, seguindo recomendações do manual da mesma e em micro-ondas segundo recomendações contidas em embalagens comerciais que serviram para realização de teste preliminares, cujos resultados foram utilizados como metodologia adotada nesse estudo.

### **3.7 Ganho de peso após maceração**

No Vale do Piancó, antes de se submeter o arroz vermelho à cocção, cujo forma de consumo diário é como arroz de leite, é comum deixar o grão macerando em água à temperatura ambiente, ou ainda, da noite para o dia, em geladeira (BORGES, 2012). A partir disso, testou-se a influência da maceração do arroz em água nos tempos de 15, 30, 45 e 60 minutos, com a finalidade de avaliar o efeito sobre o comportamento do grão após a cocção e ganho de peso.

A maceração foi realizada colocando-se 1 xícara de arroz (150 g) em um becker com uma quantidade fixa de 200 ml de água nos tempos pré-estabelecidos (Tabela 4). Após o tempo determinado, o arroz foi escorrido e pesado em balança analítica. O ganho de peso foi obtido subtraindo-se o peso do grão cru pelo peso após a maceração, após pesagem, o arroz macerado foi novamente lavado e encaminhado aos testes de cocção.

**Tabela 4.** Tempo de maceração e quantidade de água usados no planejamento para cocção do arroz vermelho variedade Maranhão integral e mal polido.

<b>Tempo de Maceração (min)</b>	<b>Quantidade de Água (mL)</b>
0	400
15	500
<b>30 (padronizado)</b>	<b>600 (padronizado)</b>
45	700
60	800

### 3.8 Planejamento prévio dos testes de cocção

A partir desta prática foi elaborado um planejamento com variáveis de tempo de maceração e quantidade de arroz utilizada para a cocção (tabela 4). Foram feitas intersecções aleatórias, constituindo-se por 9 ensaios de cocção para cada método (Tabela 5).

**Tabela 5.** Planejamento dos ensaios interseccionados realizados para os métodos de cocção da variedade de arroz vermelho Maranhão nas condições mal polido e integral.

<b>Ensaio</b>	<b>Tempo de maceração (min)</b>	<b>Quantidade de água utilizada (mL)</b>
<b>1</b>	15	500
<b>2</b>	15	700
<b>3</b>	45	500
<b>4</b>	45	700
<b>5</b>	0	600
<b>6</b>	60	600
<b>7</b>	30	400
<b>8</b>	30	800
<b>9</b>	30	600

Para os 3 tipos de cocção, foi utilizado a quantidade fixa de 150 g equivalente a 1 xícara de chá de arroz vermelho, variando-se a quantidade de água utilizada para cocção e o tempo de maceração de acordo com planejamento acima.

### 3.9 Teste de panela

O teste de panela foi realizado em panela de alumínio com dimensões de 18 cm de diâmetro e 9 cm de altura, onde adicionou-se inicialmente 500 mL de água previamente aquecida, encaminhando-se para a cocção em chama alta. Em seguida foi adicionado 150 g de arroz (1 xícara de chá), previamente lavado e macerado (dependendo do ensaio). Após levantar fervura, baixou-se a chama até o fogo médio.

Deixou-se cozinhar com panela à meia tampa (Figura 8) e, quando necessário, foram adicionados 150 mL de água fervente.



**Figura 8.** Representação do teste de panela com tampa meio aberta.

### **3.10 Teste em panela elétrica**

O teste foi realizado segundo metodologia proposta por Martínéz e Cuevas (1989), com adaptações feitas pelo Laboratório de Grãos e Subprodutos da Embrapa Arroz e Feijão. Para o cozimento do arroz foram utilizados 1 xícara de chá arroz (150 g) e as quantidades de água pré-estabelecidos (Tabela 5) utilizando panela elétrica da marca Mondial 700w.

O tempo de cocção foi obtido entre a diferença de minutos do início da evaporação da água pela válvula de vapor (Figura 9) e do encerramento da cocção, quando o *led* “cozinhar” desligou e o *led* “aquecer” da panela foi aceso. Logo após, esperou-se a contagem de 5 minutos para abrir a panela e retirar a amostra para a avaliação dos resultados.



**Figura 9.** Panela elétrica da marca Mondial 700w utilizada para a cocção do arroz vermelho.

### 3.11 Teste em microondas

#### 3.11.1 Teste preliminar

Para a determinação do desempenho de cocção do arroz vermelho em microondas e panela elétrica, foram realizados testes preliminares utilizando-se 1 xícara de arroz cru (150 g) com 650 mL (4 xícaras) de água em um refratário, colocando-se o aparelho na potencia máxima por um período de 40 minutos, baseando-se em recomendações de embalagens de arroz branco comercial.

**Tabela 6.** Quantidade de água e arroz, tempo, rendimento em percentagem e em xícara, textura e pegajosidade do teste de cocção preliminar de uma marca de arroz vermelho mal polido.

Quantidades Utilizadas	Parâmetros Avaliados	Arroz mal polido	Arroz mal polido	Arroz integral
Água (xícaras)*		3	2½	4
Arroz (xícaras)**		1	1	1
Tempo (minutos)		22	20	40
	Rendimento (%)	75	50	100
	Rendimento (xic.)	3 ½	3	4
	Textura	Macio	Macio	Macio
	Pegajosidade	Solto	Solto	Levemente pegajoso

\* = 1 xícara equivalente à 200 mL de água; \*\* = 1 xícara equivalente à 150 g de arroz.

A partir desses dados, foi constatado que o arroz comercial (mal polido) apresentava-se macio e solto após o uso das proporções de água e quantidade de arroz

recomendadas para o arroz branco sob o tempo médio de 20 minutos, padronizando-se esses valores para 3 xícaras de água (600 mL) e uma xícara de arroz (150 g).

O desempenho de cocção das variedades de amostras de arroz e o teste preliminar foram avaliados através da cocção dos grãos em aparelho de micro-ondas da Consul mod. CMS25 (Figura 10) que utiliza calor seco produzido de maneira direta via eletrônica, utilizando-se 150 g de arroz cru (1 xícara) com as quantidade de água pré-estabelecidas no planejamento, em um refratário colocando-se o aparelho na potencia máxima por um período de 40 minutos para o grão integral e por 20 minutos para o grão polido. Esse método foi adaptado das recomendações de preparo para arroz integral de marcas comerciais.



**Figura 10.** Micro-ondas utilizado nos ensaios de cocção.

### **3.12 Resultados avaliados da cocção**

Para os três métodos de cocção utilizou-se 150 g (1 xícara) de arroz nas condições mal polida e integral, sendo essas deixadas macerando numa quantidade fixa de 200 mL nos tempos estabelecidos no planejamento. Os parâmetros avaliados para indicar a qualidade culinária do arroz vermelho integral e mal polido foram: ganho de massa após a maceração, a textura e a pegajosidade, rendimento (%), tempo de cocção, peso dos grãos após a cocção e o consumo total de água no processo de cocção.

#### **3.12.1 Peso após cocção**

Após a cocção os grãos foram espalhados sobre bandeja plástica para esfriar por um tempo de 30 minutos à temperatura ambiente ( $\pm 29^{\circ}\text{C}$ ), após esse tempo foram pesados em balança analítica.

#### **3.12.2 Rendimento**

Para a avaliação do rendimento de cocção, após serem cozidos, esperou-se o arroz esfriar e então foram postos em uma xícara caseira (150g) e dispostos sobre bandeja. Calculou-se o rendimento de acordo com a equação:

$$R(\%) = \left( \frac{Q}{2} * 100 \right) - 100 \text{ onde,}$$

- Q = Quantidade de arroz, em xícaras, obtidas após a cocção.

### 3.12.3 Textura e Pegajosidade

Após a cocção, o arroz foi retirado com colher e posto em xícara caseira (150 g) até preenchê-la e, transferido para bandeja onde foi contado então o número de xícaras cheias obtidas, para obtenção do rendimento em percentagem e, depois o este arroz foi transferido para uma bandeja.

A pegajosidade foi avaliada visualmente pela observação do comportamento de uma massa de grãos cozidos acomodados em uma xícara (150 g), quando vertidos sobre a superfície de uma bandeja. Observou-se que a massa de grãos mantinha ou não o formato do copo. Aquelas que mantêm o formato apresentaram tendência a serem pegajosas (Figura 11), enquanto que, as que se desmancham, apresentam grãos mais soltos (Figura 12).



**Figura 11.** Aparência de grãos de arroz da variedade de arroz vermelho Maranhão mal polidos após a cocção classificados como pegajosos.



**Figura 12.** Aparência de grãos de arroz da variedade de arroz vermelho Maranhão integral após a cocção classificados como solto.

Avaliou-se a textura após a cocção do arroz, onde foram separadas 1 ou 2 xícaras de arroz referentes à camada central do recipiente (Figura 13) retirando-se cerca de 1g do material cozido e classificando a textura conforme Tabela 7.



**Figura 13.** Representação da camada retirada para avaliação da textura dos resultados dos testes de cocção

**Tabela 7.** Conceitos para classificação quanto a pegajosidade e textura de grãos de arroz após a cocção.

<b>Pegajosidade (Peg)</b>	<b>Textura (Tex)</b>
ES=Extremamente Solto	EM=Extremamente Macio
MS=Muito Solto	M=Macio
S=Solto	LM=Levemente Macio
LS=Ligeiramente Solto	MCF=Macio com Centro Firme
P=Pegajoso	LF=Levemente Firme
MP=Muito Pegajoso	MF=Muito Firme
EF=Extremamente Firme	EF=Extremamente Firme

Fonte: Embrapa Arroz e Feijão

### **3.12.4 Tempo de cozimento**

Foi considerado como tempo de cozimento o intervalo em que os grãos se apresentaram com textura macia para os tipos de cocção em teste de panela e micro-ondas. Para o teste de panela elétrica considerou-se o tempo em que o *led* foi acionado indicando que toda a água tinha sido evaporada. Considerou-se tempo de cozimento o tempo em que os grãos levaram no cozimento para ficarem com textura macia.

### **3.12.5 Consumo total de água**

Para a determinação da quantidade total de água consumida no processo de cocção, somou-se a quantidade de água inicial utilizada pré-determinada pelo planejamento (Tabela 5) com as respectivas quantidades necessárias para o cozimento em cada ensaio, válido para os testes de panela e ensaios realizados em micro-ondas até que o arroz se apresentasse cozido (textura macia).

### **3.13 Delineamento experimental**

Para a análise estatística das características de coloração, umidade dos grãos crus, teor de amilose, grau de dispersão alcalina e ganho de peso após maceração, foi adotado um delineamento inteiramente casualizado (DIC), onde a variedade Maranhão foi avaliada sob duas formas de beneficiamento (mal polida e integral) com três repetições, onde as médias dos resultados foram submetidos ao teste F através do programa SAS (Statistical Analysis System, 1997).

## **4. Resultados e discussão**

### **4.1 Características físicas**

#### **4.1.1 Biometria**

A Tabela 8 apresenta os dados referentes aos parâmetros comprimento, largura e espessura dos grãos de arroz vermelho integral e mal polidos, variedade Maranhão, assim como, a relação entre o comprimento e a largura dos mesmos.

**Tabela 8.** Médias das dimensões de comprimento, largura, espessura e a relação comprimento/largura de grãos de arroz vermelho integral e mal polidos, variedade Maranhão<sup>1</sup>.

<b>Beneficiamento</b>	<b>Comprimento</b>	<b>Largura</b>	<b>Espessura</b>	<b>Relação C/L</b>
		(mm)		
<b>Mal Polido</b>	6,20 <sup>ns</sup>	2,14 <sup>ns</sup>	1,14 <sup>*</sup>	2,89 <sup>*</sup>
<b>Integral</b>	6,22 <sup>ns</sup>	2,27 <sup>ns</sup>	1,24 <sup>*</sup>	2,74 <sup>*</sup>
<b>CV%</b>	1,14	2,29	1,12	0,17

\*:as médias diferem significativamente pelo teste F. ns: as médias não diferem entre si pelo teste F.

<sup>1</sup>Valores médios de 100 grãos.

Pela tabela observa-se que houve diferenças significativas apenas em relação aos parâmetros de espessura e relação comprimento/largura, nas quais os grãos em estado integral apresentam maiores valores médios de espessura e, quando mal polido, possui uma maior relação C/L. Os grãos de arroz vermelho independente do estado de beneficiamento apresentaram comprimento superior a 6,0 mm. A classe de grão é definida em função de suas dimensões, havendo cinco padrões definidos pelo Ministério da Agricultura através da Instrução Normativa N°06/2009: Curto, Médio, Longo, Longo-Fino e Misturado. Segundo essa normativa, grãos para serem classificados como Longo Fino, classe preferida pelos consumidores brasileiros, devem conter, no mínimo, 80% do peso dos grãos inteiros, medindo 6,00 mm ou mais no comprimento; 1,85 mm no máximo, na espessura e relação comprimento/largura ser superior a 2,75 mm, após o polimento dos grãos. Caso esta última seja inferior a esse valor, o grão será considerado de classe longo.

O arroz vermelho da variedade Maranhão, pelas dimensões apresentadas, quando mal polido, pode ser considerado como pertencente a classe Longo fino e na forma integral, Longo. Soares et al. (2012) obtiveram valores de comprimento, largura e espessura de 6,33 mm, 2,93 mm e 1,94 mm respectivamente para a variedade de arroz integral Maranhão. Os valores encontrados foram inferiores aos obtidos por Borges (2011) que ao avaliar 4 variedades de arroz vermelho em seu estado mal polido, cultivadas no Vale do Piancó registrou valores de comprimento que variavam entre 5,79 e 5,89 mm. Boêno (2008) encontrou valores de comprimento para uma variedade de arroz o vermelho superiores a 6,0 mm e para a cultivar MNAPB405 os grãos se apresentaram com comprimento entre 5 e 6 mm.

### 4.1.2 Cor

A Tabela 9 expõe os resultados referentes à Luminosidade ( $L^*$ ) e as coordenadas de cromaticidade ( $a^*$  e  $b^*$ ) de grãos de arroz vermelho da variedade Maranhão nas condições integral e mal polido<sup>1</sup>.

**Tabela 9.** Luminosidade ( $L^*$ ) e coordenadas de cromaticidade ( $a^*$  e  $b^*$ ) de grãos de arroz vermelho variedade Maranhão nas condições integral e mal polido.

<b>Beneficiamento</b>	<b><math>L^*</math></b>	<b><math>a^*</math></b>	<b><math>b^*</math></b>
		%	
<b>Mal Polido</b>	39,00 <sup>*</sup>	9,56 <sup>ns</sup>	21,23 <sup>ns</sup>
<b>Integral</b>	27,60 <sup>*</sup>	15,30 <sup>ns</sup>	25,30 <sup>ns</sup>
<b>CV%</b>	8,29	13,60	5,70

\*:as médias diferem significativamente pelo teste F. ns: as médias não diferem entre si pelo teste F.

<sup>1</sup>Valores médios de 5 leituras.

Observou-se que houve diferenças significativas nas quais os grãos mal polidos apresentaram valores médios superiores apenas no parâmetro de luminosidade ( $L^*$ ) pelo teste F, isso ocorre devido às ranhuras nos grãos provocadas pelo beneficiamento tradicional realizado pelos produtores do Vale do Piancó, deixando parte do endosperma à amostra. O arroz na forma integral apresentou valores superiores nos parâmetros de cromaticidade, esse comportamento deve-se a presença do tegumento nos grãos integrais que contem os pigmentos avermelhados característicos dos grãos conforme (figura 14). De acordo com Good (2002), o parâmetro  $L^*$  define a claridade da cor, em que o valor zero indica cor totalmente escura e 100, totalmente clara. A coordenada de cromaticidade  $a^*$  indica a tonalidade vermelha e quando positiva indica a existência de maior teor de pigmentos vermelhos, já quando negativa aponta a inexistência destes tendendo para o verde. A coordenada  $b^*$  refere-se à tonalidade amarela, quando positiva, e azul quando negativa. Quando os valores das coordenadas  $a^*$  e  $b^*$  estiverem próximos de zero indicarão que a amostra apresenta uma cor próxima à neutralidade. A luminosidade é um atributo de qualidade do arroz que está relacionado com a cultura dos consumidores.

Fonseca et al. (2011) estudando sobre a influência da temperatura e tempo de encharcamento na cor de grãos de arroz parboilizado polido, encontrou valores médios de luminosidade entre 49,1% e 54,3%. De acordo com Silveira Filho (2002) o parâmetro  $b^*$  é importante para o acompanhamento da cor típica do arroz, principalmente na parte positiva da escala, cujos valores crescentes indicam a maior

participação do amarelo, ao passo que a escala negativa, identifica tons de azul, importante para avaliar a intensidade de colônias de alguns mofos. Fonseca et al. (2011) encontrou valores da coordenada  $b^*$  em grãos de arroz branco de duas cultivares próximos de 14%, enquanto dos grãos parabolizados ficaram o redor de 20%.



**Figura 14.** Padrão de cor da variedade de arroz vermelho Maranhão beneficiada nos estados integral (A) e mal polido (B).

## 4.2 Caracterização físico-química

### 4.2.1 Umidade

Na tabela 10 constam os valores referentes aos teores de umidade dos grãos de arroz vermelho da variedade Maranhão nas formas integral e mal polida.

**Tabela 10.** Teor de umidade dos grãos de arroz vermelho de estudo, integral e mal polido<sup>1</sup>.

Beneficiamento	Teor de umidade (%)
Mal Polido	20,70 <sup>ns</sup>
Integral	20,50 <sup>ns</sup>
CV%	5,52

ns: as médias não diferem entre si pelo teste F. <sup>1</sup>Valores médios de 5 repetições.

A umidade dos grãos não apresentou diferenças significativas, os grãos apresentaram valores acima de 20% de umidade, independente do tipo de beneficiamento, este valor é considerado alto para um armazenamento seguro. Os

percentuais para os grãos foram de 20,70 e 20,50% respectivamente para os grãos mal polidos e integrais. A instrução normativa N<sup>o</sup>6 de Fevereiro de 2009 recomenda um teor de umidade de 14% para o arroz beneficiado para a comercialização. Vale ressaltar que, as amostras coletadas diretamente nas agroindústrias do município de Santana dos Garrotes–PB e que estas não passaram por nenhum tipo de tratamento pós-colheita.

De acordo com Meilgard et al. (1999), a umidade juntamente com as características de aparência (cor, textura visual, interações entre pedaços ou partículas, tamanho e forma) são aspectos qualitativos do arroz.

#### 4.2.2 Temperatura de gelatinização (TG)

As médias referentes ao grau de dispersão alcalina das amostras e a classificação da Temperatura de gelatinização destas estão expostas na Tabela 11.

**Tabela 11.** Médias referentes ao grau de dispersão alcalina e classificação da temperatura de gelatinização dos grãos de arroz vermelho da variedade Maranhão integral e mal polida<sup>1</sup>.

<b>Beneficiamento</b>	<b>Grau de dispersão alcalina*</b>	<b>Classificação da TG</b>
<b>Mal polido</b>	3,03 *	Alta
<b>Integral</b>	2,03 *	Alta
<b>CV%</b>	2,46	

\*:as médias diferem significativamente pelo teste F. ns: as médias não diferem entre si pelo teste F.

<sup>1</sup>Valores médios de 3 repetições.

Houve diferenças significativas em relação ao grau de dispersão alcalina, sendo que os grãos mal polidos apresentaram maiores valores de grau de dispersão alcalina, muito embora, o beneficiamento não influenciou na classificação da temperatura de gelatinização, sendo que a variedade possui TG alta (entre 74 a 80°C). Os grãos integrais que apresentaram grau de dispersão 2, são descritos como grãos inchados que não perdem o formato, já em seu estado mal polido que obteve um grau de dispersão 3, são caracterizados como grãos inchados e com fissuras leves (levemente desintegrados) e duros ao serem tocados.

A característica de grãos inteiros e inchados após o teste de determinação da TG dos grãos mal polidos pode ser observado através da Figura 15.



**Figura 15.** Aparência dos grãos da variedade Maranhão mal polida submetida ao teste de TG por dispersão alcalina.

Quando uma cultivar de arroz apresenta alta TG significa que os seus grãos requerem mais água e tempo para cozinhar, enquanto com TG intermediária ou baixa, os grãos requerem menos tempo e água para o cozimento (PEREIRA, 2004). Segundo JULIANO (1991) a TG pode variar em função da cultivar, do ambiente e dos processos de pós-colheita.

Boêno (2008), ao caracterizar as cultivares de arroz vermelho MNAPB0504 e MNACH0501 identificou que ambas apresentaram características de alta TG, pois todos os grãos analisados apresentaram grau três de dispersão alcalina nas três repetições realizadas. Borges (2011) ao avaliar a temperatura de gelatinização de quatro variedades de arroz vermelho cultivadas no Vale do Piancó, as descreveu como TG alta.

Segundo Martínéz e Cuevas (1989), as cultivares com TG intermediária são preferidas pelo consumidor, constituindo um dos pré-requisitos para o lançamento de novas variedades. No Brasil, sobretudo nos grandes centros urbanos, a preferência tem sido pelo arroz branco, de grãos longos e finos (popularmente conhecido como agulhinha), que se avoluma na panela e permanece solto e macio depois do cozimento, entretanto, nas regiões onde se produz e se consome o arroz-vermelho, a preferência recai sobre o produto que, independentemente das dimensões e da forma do grão descascado, se mantém pegajoso após o cozimento (PEREIRA, 2007).

### 4.3 Qualidade culinária

#### 4.3.1 Teor de amilose

Os percentuais de amilose seguidos de suas respectivas classificações de grãos de arroz vermelho da variedade Maranhão nas condições mal polida e integral estão dispostos na tabela 12.

**Tabela 12.** Valores médios e conceitos quanto aos teores de amilose da cultivar de arroz vermelho Maranhão em seu estado mal polido e integral<sup>1</sup>.

Identificação da amostra	Amilose* %	Conceito <sup>1</sup>	Conceito <sup>2</sup>
Mal Polido	6,68 <sup>ns</sup>	Baixo	Baixo
Integral	6,20 <sup>ns</sup>	Baixo	Baixo
CV%	3,88		

ns: as médias não diferem entre si pelo teste F. <sup>1</sup>Considerando o conceito de Martínéz e Cuevas (1989); <sup>2</sup>Considerando conceito de Puri e Siddiq (1980). <sup>1</sup>Valores médios de 2 repetições.

Independente do grau de beneficiamento, não houve diferenças significativas em relação ao teor de amilose da variedade Maranhão, sendo considerado um teor de amilose baixo. Para Martínéz e Cuevas (1989), um teor de amilose é considerado alto quando seus percentuais estão entre 28 e 32%, um conteúdo intermediário ocorre por volta de 23 e 27% e um teor baixo está entre 8 e 22%. Puri e Siddiq (1983) classificam as cultivares de arroz, em baixo teor de amilose quando possuem um índice abaixo de 21%, intermediário de 21 a 25% e um alto teor acima de 25%.

Borges (2011) encontrou valores de teor de amilose que variaram entre 10,82 e 23,46% ao analisar sete diferentes variedades de arroz vermelho, Já Bôeno (2008) encontrou valores que variavam entre 14,62 e 26,05% para três cultivares de arroz vermelho.

Martínéz e Cuevas (1989) afirmam que grãos com baixos teores de amilose apresentam características de grãos pegajosos e macios após o cozimento. No entanto, variação dos teores de amilose e amilopectina não afetam o valor nutritivo do arroz, mas influi grandemente na qualidade culinária, de tal forma que quanto maior for o teor de amilose, tanto mais secos e mais separados ficarão os grãos depois de cozidos (ELIAS et al., 2003).

Quanto às características de natureza culinária, há um conceito generalizado segundo o qual o arroz vermelho possui menor teor de amilose (causa da tendência de seu empapamento) e requer maior tempo para o seu efetivo cozimento e, em relação ao

valor nutricional, seria mais rico nos nutrientes ferro e zinco do que o arroz branco (PEREIRA et al., 2007).

Cultivares com baixo teor de amilose apresentam grãos aquosos e pegajosos no cozimento (o preferido pelo consumidor de arroz-vermelho); com alto teor, apresentam grãos secos, soltos e duros após o resfriamento, enquanto com teor intermediário (o preferido pelo consumidor brasileiro de arroz branco) têm grãos pouco aquosos, soltos e macios, mesmo após o resfriamento (BOÊNO, 2008).

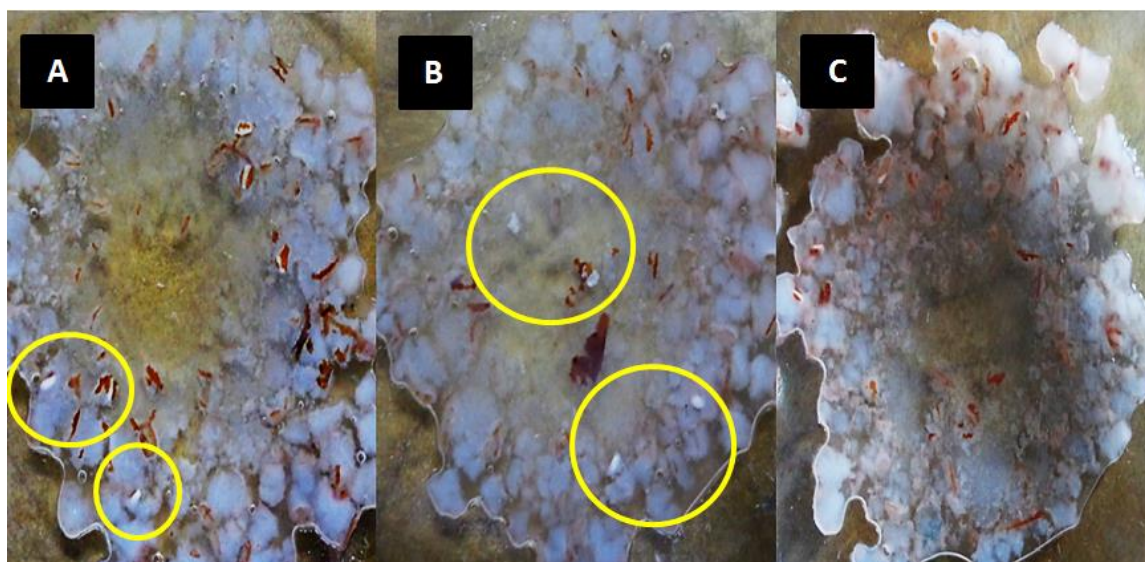
#### 4.3.2 Tempo mínimo de cocção

O tempo mínimo de cocção para grãos de arroz vermelho da variedade Maranhão nas condições de beneficiamento integral e mal polido, encontram-se expostos na tabela 13.

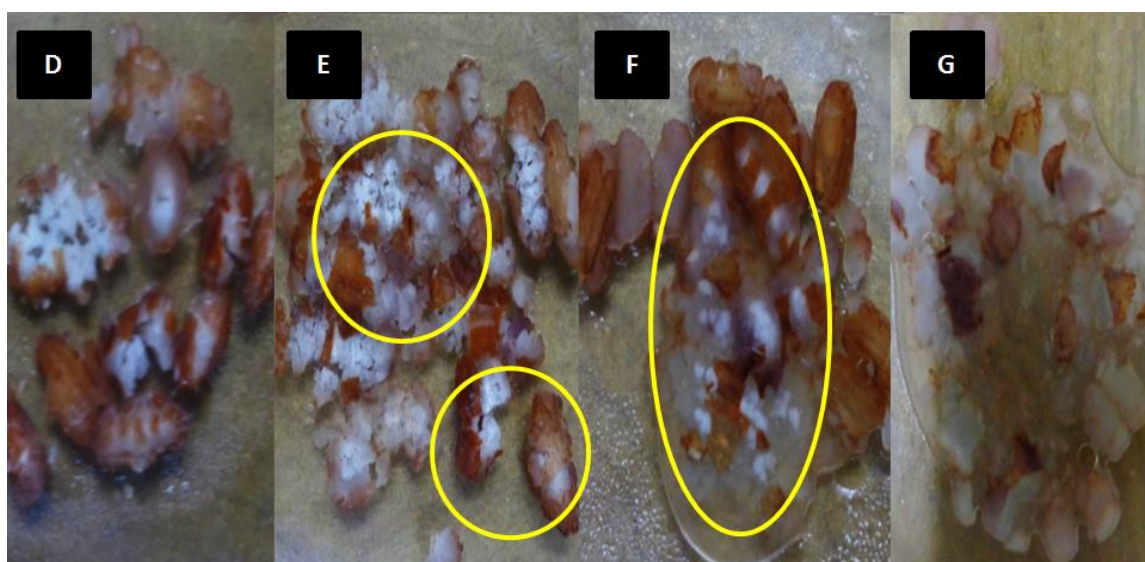
**Tabela 13.** Tempo mínimo de cocção para arroz vermelho da variedade Maranhão nas condições mal polido e integral.

Condições de Beneficiamento	Tempo mínimo de cocção
Mal Polido	18 minutos
Integral	40 minutos

O tempo mínimo de cocção para o arroz mal polido correspondeu a 18 minutos e para o integral, 40 minutos. Através da figura 16 A e 16 B, percebe-se nitidamente após 10 e 15 minutos em ebulição, partes dos grãos ainda não estavam totalmente cozidos (círculos amarelos), representados por pontos brancos. Aos 18 minutos (Figura 16 C) observa-se transparência uniforme no centro da placa. Já a figura 17 mostra que a transparência total dos grãos do arroz integral só ocorreu aos 40 minutos 17 G. Esse comportamento dos grãos integrais se dá devido a presença das camadas externas dos grãos que dificultam a passagem da água para o interior dos mesmos, tornando a gelatinização do amido contido no endosperma, mais lenta, refletindo-se no desenvolvimento da maciez do grão e em um tempo mais longo de cocção.



**Figura 16.** Condições dos grãos de arroz vermelho mal polidos após pressionados junto a placas de vidro após 10 (A); 15(B) e 18(C) minutos em ebulição.



**Figura 17.** Condições dos grãos de arroz vermelho integral pressionados junto a placas de vidro após 10 (A), 20(B), 30(C) e 40 minutos em ebulição.

Bassinello et al. (2004) ao estudar três cultivares de arroz de terras altas, verificou que o tempo mínimo de cocção para estas variou entre 19 e 23 minutos. Bôeno et al. (2011) determinou o tempo mínimo de cocção de quatro variedades de arroz vermelho, obtendo valores que variaram entre 20 e 30 minutos.

#### 4.4 Ganho de peso após a maceração

Na tabela 14 encontram-se expostos os valores representativos do ganho de peso de grãos de arroz vermelho, variedade Maranhão, integral e mal polido, nos tempos estabelecidos pelo planejamento elaborado.

**Tabela 14.** Valores percentuais do ganho de peso dos grãos de arroz vermelho da variedade Maranhão integrais e mal polidos após os tempos de 15, 30, 45 e 60 minutos de maceração<sup>1</sup>.

Tempo de maceração (minutos)	Condição de Beneficiamento	
	Mal Polido (%)	Integral
15	36,87 <sup>ns</sup>	23,53 <sup>**</sup>
30	35,40 <sup>ns</sup>	30,55 <sup>ns</sup>
45	36,69 <sup>ns</sup>	30,10 <sup>ns</sup>
60	35,26 <sup>ns</sup>	32,31 <sup>**</sup>
CV%	4,67	9,64

ns: as médias não diferem entre si pelo teste F. \*\*: Houve diferenças significativas. <sup>1</sup>Valores médios de 3 repetições.

Os dados revelam que, quando mal polidos, os grãos da variedade Maranhão não apresentaram diferenças significativas entre si em relação ao percentual de ganho de peso após maceração, em nenhum dos tempos observados, considerando-se então, que o ganho máximo de peso pela maceração em água ocorreu aos 15 minutos. Em grãos integrais, observou-se diferenças significativas entre o aumento de peso em função do tempo correspondente, quando comparados pelo teste F, sendo o maior ganho de peso apontado para grãos macerados por 60 minutos e o menor, naqueles macerados por 15 minutos. No entanto, não foram registradas diferenças significativas entre os intervalos de 30, 45 e 60 minutos de maceração, indicando que a permanência dos grãos após 30 minutos em água é suficiente para total absorção. Portanto, os grãos de arroz vermelho da variedade Maranhão em seu estado integral, adquiram o máximo de peso por absorção de água aos 30 minutos, o dobro de tempo para grãos mal polidos.

#### 4.5 Teste de Panela

Na Tabela 15 encontram-se os dados correspondentes aos atributos que definem o comportamento de cocção dos grãos de arroz vermelho da variedade Maranhão, integrais e mal polidos, no teste de panela. Foram observados os parâmetros de textura e pegajosidade dos grãos cozidos; tempo e rendimento de cocção (%) e a quantidade total de água consumida no processo.

**Tabela 15.** Desempenho de cocção pelo teste de panela dos grãos de arroz vermelho, variedade Maranhão mal polido e integral.

Beneficiamento	Ensaio	Peg	Tex	Rend (%)	Tempo de cocção (min)	Qtde de água (mL)
Arroz integral	1	MP	M	75	40	1700
	2	MP	M	75	40	1300
	3	P	M	125	40	1300
	4	MP	M	100	40	1000
	5	MP	M	100	45	1600
	6	P	M	100	40	1300
	7	P	M	100	50	1600
	8	P	LM	100	45	1300
	9	P	M	100	50	1400
Arroz mal Polido	1	M	MP	75	25	900
	2	P	M	75	20	700
	3	MP	M	125	25	900
	4	P	M	75	25	900
	5	P	M	75	30	800
	6	P	M	75	30	900
	7	P	M	75	30	800
	8	P	M	75	20	1000
	9	P	M	75	20	800

Legendas: M: Macio, LM: Levemente Macio; P: Pegajoso; MP:Muito Pegajoso.

O arroz integral em um tempo de 40 minutos de cocção obteve 75% de rendimento, o menor valor dentre os ensaios realizados. Já o arroz polido obteve rendimento médio de 75%, apresentando em um único ensaio valor máximo de 125%. Os dados revelam que o rendimento do arroz integral foi superior ao do arroz polido, provavelmente devido ao maior número de grãos inteiros oriundos do processo de beneficiamento diferenciados.

Os valores concordam com os encontrados por Borges (2011) que obteve rendimento de 75% pelo teste de panela sob um tempo de 45 minutos para as variedades de arroz vermelho MNAPB405 e MNAPB501 em estado integral, estas foram classificadas com pegajosidade muito solta e textura levemente macia após a cocção.

O tempo de cocção para os grãos em estado integral variou entre 40 e 50 minutos, superiores ao tempo médio de cozimento para os grãos polidos que variou entre 20 e 30 minutos. Comparando o tempo mínimo de cocção da variedade nos diferentes beneficiamentos, com o tempo total de cocção, observou-se que este último (TC) foi maior, fato também constatado por Boêno et al. (2008).

Com relação à quantidade de água para a cocção dos grãos também observou-se que para os grãos integrais utilizou-se valores maiores  $\geq$  a 1000 ml, enquanto que para a cocção dos grãos polidos, essa quantidade foi  $\leq$  a 1000 ml. Grãos que requerem menos tempo e água para o cozimento possuem uma TG intermediária ou baixa (KUMAR et al., 1994; PEREIRA, 2004).

Boêno (2008) ao avaliar o comportamento de cocção de uma variedade de arroz vermelho em teste de panela, obteve rendimento de 100%. Observando também mudanças ocorridas na pegajosidade, onde antes o arroz apresentava-se com característica de ser muito solto (MS), já quando macerado, apresentou-se com grãos soltos (S). Quanto ao tempo e textura, não ocorreram mudanças, permanecendo o mesmo tempo de 45 minutos e textura levemente macia (LM). Pode-se dizer então, que a maceração praticamente não possui influência nos parâmetros de rendimento, textura e pegajosidade.

Pelo que foi apresentado na Tabela 15 verifica-se que, na maioria dos ensaios realizados com o arroz mal polido obteve-se um arroz com textura macia, porém pegajoso após a cocção. Estes resultados foram influenciados pelo baixo teor de amilose e temperatura de gelatinização alta (entre 74 a 80°C) dos grãos, concordando com Martínéz e Cuevas (1989) e Boêno (2008). Nas regiões onde se produz e se consome o arroz-vermelho, a preferência recai sobre o produto que, independentemente das dimensões e da forma do grão descascado, se mantém pegajoso após o cozimento (PEREIRA, 2007).

Quanto à forma de avaliação da textura, é importante observar que as diferenças entre as classes levemente macios e macios são muito tênues, podendo o mesmo material ser classificado em classes diferentes, considerando que a interpretação é bastante subjetiva (SANTOS et al., 2013). Entretanto, Fonseca (2005), afirma que essa avaliação contribui como mais uma ferramenta que orienta o programa de melhoramento na seleção de cultivares em termos de qualidade de grãos.

O ensaio de número três, o qual foi realizado com o arroz macerado por 45 minutos e utilizando-se 500 ml de água inicialmente para a cocção, apresentou o maior rendimento dentre todos os ensaios, correspondente a 125%, o que equivale a 4,5 xícaras de chá de arroz, tanto na condição polida como integral, sendo que esta última exigiu maior tempo e mais água.

#### **4.6 Panela elétrica**

Os dados de comportamento de cocção em panela elétrica dos grãos de arroz vermelho da variedade Maranhão, integrais e polidos, estão expostos na tabela 16.

**Tabela 16.** Desempenho de cocção dos grãos de arroz vermelho, variedade Maranhão, polido e integral em panela elétrica.

Beneficiamento	Ensaio	Peg	Tex	Rend (%)	Tempo de cocção (min)	Qtde de água (mL)
Arroz integral	1	LS	LF	100	20	500
	2	LS	LF	100	28	700
	3	S	LF	100	30	500
	4	S	LF	150	30	700
	5	S	LF	75	30	600
	6	LS	M	100	30	700
	7	S	MF	50	20	400
	8	LS	M	125	30	800
	9	LS	M	150	25	600
Arroz polido	1	P	M	100	20	500
	2	MP	M	75	30	700
	3	P	M	75	15	500
	4	MP	M	125	35	700
	5	LS	M	100	20	600
	6	P	M	100	30	700
	7	P	M	100	20	400
	8	MP	M	75	30	800
	9	P	M	100	20	600

Legendas: S: solto, LS: ligeiramente solto, P: pegajoso, MP: muito pegajoso; M: macio, MF: muito firme; LF: levemente firme.

Através da observação dos resultados da maioria dos ensaios, observa-se que o arroz da variedade Maranhão em seu estado integral apresenta-se levemente firme e ligeiramente solto. Enquanto que quando polidos, os grãos apresentam-se macios e pegajosos.

Santos et al. (2013) classificou a pegajosidade de grãos translúcidos e gessados como ligeiramente soltos, e a textura como levemente macios (LM) e macios (M), respectivamente, quando utilizou a panela elétrica como método de cocção. Bassinello (2004) também encontrou característica de grãos macios para o arroz da cultivar BRS Primavera, cozido em placas de petri dentro de panela semi-industrial.

O rendimento médio dos grãos integrais foi de 100%, havendo variações de 50 à 150% para os ensaios de número sete e quatro respectivamente. O tempo médio de cocção foi de 30 minutos. O consumo total de água na cocção desses grãos foi em média de 600 mL.

Para os grãos polidos, o rendimento médio também foi de 100%, havendo variações entre 75 e 125%, entretanto estes apresentaram-se cozidos em menor tempo que o integral, com uma média de 25 minutos e praticamente a mesma quantidade média de água utilizada. Os valores encontrados para o rendimento diferiram dos obtidos por Santos et al. (2013) que ao avaliar o rendimento de grãos translúcidos e gessados utilizando panela elétrica obtiveram resultados correspondentes a 200%. Boêno et al. (2011) ao avaliarem quatro genótipos de arroz vermelho afirmaram que o

tempo de cocção adequado para este tipo de arroz é igual ou superior a 30 minutos, proporcionando grãos totalmente cozidos, soltos e macios.

#### 4.7 Micro-ondas

O desempenho de cocção da variedade Maranhão nas condições polida e integral em micro-ondas está exposto na Tabela 17.

**Tabela 17.** Desempenho de cocção dos grãos de arroz vermelho, variedade Maranhão, polido e integral em micro-ondas.

Beneficiamento	Ensaio	Peg	Tex	Rend (%)	Tempo de cocção (min)	Qtde de água (mL)
Arroz integral	1	S	M	175	50	1100
	2	S	M	125	50	1000
	3	LS	M	175	55	1100
	4	LS	M	150	50	1000
	5	LS	M	150	55	800
	6	LS	M	150	60	1000
	7	S	M	125	60	800
	8	LS	M	125	50	1100
	9	S	M	175	70	1500
Arroz polido	1	LS	M	100	20	500
	2	P	M	75	20	700
	3	P	M	125	20	500
	4	MP	M	75	20	700
	5	LS	M	75	20	600
	6	P	M	75	20	700
	7	LS	M	75	25	400
	8	MP	M	100	30	800
	9	P	M	75	20	600

Legenda: LS: ligeiramente solto, S: solto, P: pegajoso; MP: muito pegajoso, M: macio.

A maioria dos ensaios realizados utilizando o arroz na sua forma integral resultou em grãos ligeiramente soltos, enquanto o arroz polido apresentou-se pegajoso. Pereira (2004) afirma que o arroz vermelho apresenta-se solto a levemente solto após a cocção. Porém, é relevante ressaltar que a forma típica de consumo de arroz vermelho é como “arroz de leite”. A textura, independente do beneficiamento dos grãos foi classificada como macia para todos os ensaios.

O rendimento médio do arroz integral em micro-ondas foi de 150% com variações de 125 a 175%. Já para o arroz polido a maioria dos ensaios proporcionou um rendimento médio de 75%, com o máximo de 125%. Boêno (2008) obteve rendimento equivalente a 175% para arroz vermelho integral da variedade MNACH0501 com a mesma quantidade de água e tempo de 38 minutos, caracterizado como pegajoso e com textura macia após a cocção.

O tempo de cocção para os grãos integrais foi em média de 55 minutos e, para os polidos de 20 minutos, o consumo de água foi maior para os primeiros sendo em média de 1000 mL, enquanto que para os últimos foi de 600 mL.

Santos et al. (2013) enfatiza que as variações observadas nos tempos de cocção em relação à outros autores podem ter sido ocasionadas pelas metodologias adotadas por cada pesquisa com formas de preparo e panelas distintas, gerando assim, respostas diferentes.

#### 4.8 Ganho de peso após a cocção

O ganho de peso após a cocção dos grãos de arroz vermelho da variedade Maranhão nos estados integral e polido obtidos nos três métodos de cocção estão apresentados na Tabela 18.

**Tabela 18.** Peso em gramas dos ensaios realizados com grãos da variedade de arroz vermelho Maranhão integral e polida nos 3 métodos de cocção utilizados.

Ensaio	Arroz polido			Arroz integral		
	T.P.	P.E	M.O	T.P.	P.E	M.O
1	369,96	201,2	191,67	376,21	146,39	377,49
2	537,28	282,63	336,55	360,29	196,65	257,39
3	382,39	183,42	202,49	196,22	102,25	312,46
4	369,33	289,19	332,06	447,91	189,93	318,71
5	351,82	294	283,09	416,11	157,58	333,16
6	350,71	251,2	289,58	366,06	178,91	367,97
7	301,23	152,15	139,53	372,46	121,45	289,11
8	377,36	355,97	334,73	433,64	227,45	395,97
9	309,31	274,5	202,49	426,32	176,85	431,29

Legendas: TP: teste de panela, PE: panela elétrica, MO: micro-ondas.

Observa-se que os ganhos médios de peso após a cocção do arroz vermelho polido foram de 370, 250 e 256 g respectivamente para os métodos utilizando teste de panela, cocção em panela elétrica e micro-ondas, enquanto que o arroz integral os valores foram de 370, 160 e 340 g.

#### 4.9 Quadro sinóptico dos resultados obtidos

Método de cocção utilizado	Arroz integral				
	Pegajosidade	Textura	Rendimento (%)	Tempo de cocção (min)	Qtde. de água (mL)
Teste de panela	Pegajoso	Macio	100	45	1300
Panela elétrica	Levemente solto	Levemente Firme	100	30	600
Micro-ondas	Levemente Solto	Macio	150	55	1000
	Arroz Mal polido				
Teste de panela	Pegajoso	Macio	75	25	800
Panela elétrica	Pegajoso	Macio	100	25	600
Micro-ondas	Pegajoso	Macio	75	20	600
Beneficiamento	Tempo mínimo de cocção	Classificação de grupo	Umidade (%)	Teor de amilose (%)	Temperatura de gelatinização (TG)
Integral	40 minutos	Longo	20,50	6,68 (Baixo)	Alta
Mal polido	18 minutos	Longo fino	20,70	6,20 (Baixo)	Alta

## 5. CONCLUSÕES

- O arroz vermelho da variedade Maranhão, mal polido, enquadra-se na classificação Longo fino e o integral, na classificação Longo.
- A variedade apresentou grãos com baixo teor de amilose e temperatura de gelatinização alta.
- O tempo mínimo de cocção obtido para os grãos mal polidos foi 18 minutos e, para os integrais 40 minutos.
- A textura e a pegajosidade dos grãos integrais variaram em função do método de cocção utilizado.
- Independentemente do método de cocção, o arroz mal polido apresentou-se pegajoso e macio após o cozimento.
- Os grãos integrais da variedade estudada apresentaram maior rendimento de cocção em micro-ondas, com um tempo de 55 minutos.
- O rendimento do arroz mal foi maior ao se utilizar a panela elétrica como método de cocção em um tempo de 25 minutos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAO, J.; AO, Z. H.; JANE, J. L. Characterization of physical properties of flour and starch obtained from gamma-irradiated white rice. **Starch/Stärke**, Weinheim, v. 57, n. 10, p. 480-487, 2005.

BASSINELLO, P. Z.; ROCHA, M. da S.; COBUCCI, R. de M. A. **Avaliação de diferentes métodos de cocção de arroz de terras altas para teste sensorial**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. 8 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 84).

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Introdução à química de alimentos**. 2ª Edição. São Paulo: Livraria Varela, 1995. 223 p.

BOÊNO, J. A.; DIEGO P. R. ASCHERI, D. P. R.; BASSINELLO, P. Z. Qualidade tecnológica de grãos de quatro genótipos de arroz-vermelho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 15, n. 7, p. 718-723, 2011.

BOÊNO, J. A. **Caracterização da qualidade de grão de diferentes genótipos de arroz-vermelho (*oryza sativa L.*)**, Goiás, UEG, 2008 (Dissertação).

BORGES, S. R. S. **Prospecção Tecnológica da Cadeia Produtiva do Arroz Vermelho no Estado da Paraíba**, Areia: UFPB, 2011. (Trabalho de Conclusão de Curso).

BORGES, S.R.S, OLIVEIRA, M.R.T., ARAUJO, W.P., SILVA, E.M., SOARES , C.D.F. Proposição de um modelo para a cadeia produtiva do arroz vermelho da paraíba. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.14, n.4, p.353-362, 2012.

CASTRO, E. M., et al. **Qualidade de grãos em arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 30p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica, 34)

CASTRO, A. M. G. de; COBBE, R. V. C.; GOEDERT, W. J. **Prospecção de Demandas Tecnológicas: manual metodológico para SNPA**. Brasília: Embrapa-DPD, 1995. 82p

CASTRO, E.M.; FERREIRA, C.M.; MORAIS, O.P. **Qualidade de grãos e competitividade do arroz de terras altas**. In: 1º CONGRESSO DA CADEIA PRODUTIVA DE ARROZ / VII REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE ARROZ – RENAPA, v. 2. Florianópolis. Anais, 2003. p. 201-214.

CHAMPAGNE, E.; BETT, K. L.; VINYARD, B. Y.; WEBB, B. D.; MCCLUNG, A. M.; BARTON, F. E.; LYON, B. G.; MOLDENHAUER, K.; LINSCOMBE, S.;

KOHLWEY, D. Effects of drying, final moisture content, and degree of milling on rice flavor. **Cereal Chem.** v. 74, p. 566 – 570, 1997.

CNOSSEN, A.G. & SIEBENMORGEM, T.J. **The glass transition temperature concept in rice drying and tempering: effect on milling quality.** Transactions of the ASAE. St. Joseph, Michigan: ASAE – Paper 4306, 1661, 2000.

C. M.; PINHEIRO, B. S.; SOUSA, I. S. F.; MORAIS, O. P. **Qualidade do arroz no Brasil: Evolução e padronização.** Santo Antônio de Goiás-GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 61p.

EMBRAPA. **Cultivo do arroz-vermelho.** Disponível em: <http://hotsites.sct.embrapa.br/diacampo/programacao/2009/cultivo-do-arroz-vermelho>. Acesso em: Novembro de 2013.

ELIAS, M.C.; CONRAD, V.J.D.; AOSANI, E.; OLIVEIRA, M. Arroz: gerenciamento operacional define a qualidade. **Seed News**, Pelotas, v. 7, n. 4, p. 12-14, 2003.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Statistical data bases. 2004. Disponível em: <http://www.fao.org>. Acesso em Novembro de 2014.

FERREIRA, C. M.; PINHEIRO, B. S.; SOUSA, I. S. F.; MORAIS, O. P. **Qualidade do arroz no Brasil: Evolução e padronização.** Santo Antônio de Goiás-GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 61 p

FONSECA, F. A., et al. **Efeito da temperatura e do tempo de imersão da etapa de encharcamento sobre a cor dos grãos de arroz parboilizado de cultivares de terras.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 32, n. 1, p. 221-234, jan./mar. 2011.

GOOD, H. Measurement of color in cereal products. **Cereal Foods World**, Minneapolis, v. 47, n. 1. P. 5-6, 2002.

GULARTE, M.A.; MORAS, A.; PRESTES, R.B.; SCHIMER, M.A.; DIAS, A.R.G.; ELIAS, M.C. **Efeito da proporção do sal de cozinha na cocção de arroz.** In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO / XXVI REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO. Volume 2. Santa Maria: Editora Orium, 2005. Anais. p. 349-351.

Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos – 4.ed<sup>a</sup> - São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p

KUMAR, I.; MARUYAMA, K.; MOON, H.P. **Grain quality consideration in hybrid rice.** In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. Hybrid rice technology: new developments and future prospects. Manila: IRRI, 1994. p. 123-130.

JULIANO, B.D. The chemical basis of Rice grain quality. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Chemical aspects of Rice grain quality**. Los Baños, IRRI, 1979. p. 69-90.

JULIANO B.O. **Rice in human nutrition**. The Food and Agricultural Organization of the United Nations, Food and Nutrition Series, Rome, n. 26, 1993, 162 p.

JULIANO, B.O. Rice : **Chemistry and Technology**. IRRI. Los Baños, Laguna, Philippines:1985.

LITTLE, R.R.; HILDER, G.B.; DAWSON, E.H. Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. **Cereal Chem.** n. 35, p. 111-26, 1958.

MARTÍNÉZ, C.; CUEVAS, F. Evaluación de la calidad culinária y molinera del arroz: guia de estudio para ser usada como complemento de la unidad auditorial sobre el mismo tema. **Centro Internacional de Agricultura Tropical**. 3° Ed. Cali, Colômbia, 1989. 73 p.

MEILGAARD, M; CIVILLE, G. V; CARR, B. T. **Sensory evaluation Techniques**, Boca Raton: CRC, 1999.

MOSSMAN, A.P.; FELLERS, D.A.; SUZUKI, H. Rice stickiness. I. Determination of rice stickiness with an Instron tester. **Cereal Chemistry**, v. 60, n. 4, p. 286 – 292, 1983.

PEREIRA, J. A. **Cultura do arroz no Brasil**: subsídios para a sua história. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002. 226 p.

PEREIRA, J. A. **O arroz-vermelho cultivado no Brasil**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 90 p.

PEREIRA, J.A.; BASSINELLO, P.Z.; FONSECA, J.R.; RIBEIRO, V.Q. Potencial genético de rendimento e propriedades culinárias do arroz-vermelho cultivado. **Caatinga**, Mossoró, Brasil, v. 20, n. 1, p. 43-48, janeiro/março, 2007.

PEREIRA, J.A.; RANGEL, P.H.N. Produtividade e qualidade de grãos de arroz irrigado no Piauí. **Ciênc. agrotec.**, v. 25, n. 3, p. 569-575, maio/jun., 2001

PEREIRA, J. A.; BASSINELLO, P. Z.; CUTRIM, V. A.; RIBEIRO, V. Q. Comparação entre características agronômicas, culinárias e nutricionais em variedades de arroz branco e vermelho. **Caatinga**, v.22, p.243-248, 2009.

SANTOS, T.P.B; CALIARI, M.; EIFERT, E.C. **QUALIDADE DE COCCÃO DE GRÃOS DE ARROZ TRANSLÚCIDOS E GESSADOS**. In: VIII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado. Santa Maria, RS 2013.

SCHIOCCHET, M.A. ; MACHADO, J.R. **Efeito da parbolização do grão de arroz nas características culinárias.** In: XXII Reunião da cultura do arroz irrigado. S.Catarina. Anais. Camboriu. 1997, p. 501-2.

SIEGENBERG, D.; BAYNES, R.D.; BOTHWELL, T.H.; MACFARLANE, B.J.; LAMPARELLI, R.D.; CAR, N.G.; MACPHAIL, P.; SCHMIDT, U.; TAL, A.; MAYET, F. Ascorbic acid prevents the dose-dependent inhibitory effects of polyphenols and phytates on nonheme-iron absorption. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 53, p. 537-541, 1991.

SLOW FOOD BRASIL, Fortaleza do arroz-vermelho. Disponível em: [//www.slowfoodbrasil.com/content/view/130/60/](http://www.slowfoodbrasil.com/content/view/130/60/) acesso em: Novembro de 2013

SOARES, N. de F.F.; CRUZ, R.; REZENDE, S.T.; SOARES, P.C.; CRISPIM, S.A. Efeitos de variedade, tipo de embalagem e tempo de estocagem na qualidade do arroz integral. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.36, n.3, p.425-439, 1993.

SOARES, C.D.F; VERAS, C.S.;BORGES, S.R.S; FERNANDES, A.R.B; OLIVEIRA, M.R.T; RIBEIRO FILHO, N.M. **Determinação de amido em diferentes variedades de arroz vermelho (Oriza sativa L.) cultivadas no Vale do Piancó.** In: V Jornanda Nacional da Agroindústria. Bananeiras, 2012.

SOUZA, F.F.; ALCÂNTARA, D.G.G. **A PRODUÇÃO DE ARROZ VERMELHO NO VALE DO PIANCÓ E AS AÇÕES DE POLÍTICAS PÚBLICAS PARA O SETOR – Um Estudo de Caso sobre o Município de Santana dos Garrotes - PB.** Trabalho de conclusão de curso. UFPB, 2011.

WALTER, M. **Composição química e propriedades Antioxidantes de grãos de arroz com pericarpo marrom-claro, vermelho e preto.** Santa Maria, RS, Brasil. 2008. (Tese de Doutorado)

WRATTEN, F.T.; POOLE, W.D.; CHESNESS, J.L, BAL, S.; RAMARAO, V. Physical and thermal properties of rough rice. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph., v.12, n.6, p.801-803, 1969.

WHO. World Health Organization. **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases.** Geneva, 2003. (WHO Technical Report Series, 916).

ZHOU, Z.; ROBARDS, K.; HELLIWELL, S.; BLANCHARD, C. Composition and functional properties of rice. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 37, n. 8, p. 849-868, 2002.

**ANEXO**  
**Instrução Normativa N°6 de 16 de**  
**Fevereiro de 2009**