

# Parâmetros de qualidade da polpa de pequi de diferentes localidades do norte de Minas Gerais

**Daniela Silva Rodrigues\*, Sidnei Tavares dos Reis, Milton Nobel Cano Chauca, Teddy Marques Farias e Diene Sara Lopes Souza**

Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias. *Campus* Montes Claros. Av. Universitária, 1000. Universitário. Montes Claros-MG, Brasil, (CEP 39404-547). \*E-mail: danielarodrigues.ea@gmail.com.

**Resumo.** O objetivo deste estudo foi avaliar os parâmetros de qualidade da polpa de pequi de diferentes localidades do norte de Minas Gerais. Foram coletadas amostras de polpas de pequi na safra 2019/2020, em seis comunidades nos Municípios de Bonito de Minas, Januária, São João da Lagoa, Cônego Marinho e Ibiaí. Foram realizadas as análises de composição centesimal, cor e firmeza. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando o teste de "F" foi significativo, as médias para as diferentes localidades foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi realizada também a análise estatística multivariada usando as técnicas de análise de componentes principais e análise de fatores. Verifica-se que houve diferença estatística para composição centesimal em todas as variáveis analisadas e que a localidade Sambaíba, no Município de Januária, apresentou teor de umidade inferior às demais localidades e, consequentemente, valores superiores de massa seca, cinzas e proteínas. O Município de São João da Lagoa apresentou teor de umidade superior em relação às demais, entretanto os teores de massa seca, lipídeos, cinzas foram inferiores e o teor de proteína com valor intermediário. Já os Municípios de Bonito de Minas, as comunidades Peruaçu e Sambaíba no Município de Januária, o Município Cônego Marinho e Ibiaí apresentaram valores de composição centesimal intermediárias às demais localidades. Não houve diferenças estatísticas para os parâmetros L\* e Hue, indicando que a média das seis localidades é a melhor estimada para estes, com o valor de 68,03 para o parâmetro L\* e 82,33 para Hue. Já nos parâmetros a\*, b\* e croma houve diferenças estatísticas. Para as análises de firmeza, houve diferenças estatísticas entre as localidades estudadas, sendo que as localidades de Bonito de Minas, a Comunidade Sambaíba, no Município de Januária e o Município de São João da Lagoa apresentaram os maiores valores seguidos pelas Comunidades Peruaçu no Município de Januária e os Municípios Cônego Marinho e Ibiaí com os menores valores. Considerando os resultados encontrados para as variáveis estudadas, conclui-se

Recebido  
30/11/2021

Aceito  
26/08/2022

Publicado  
31/08/2022

 Acesso aberto



## ORCID

-  0000-0002-9430-7411  
Daniela Silva Rodrigues
-  0000-0001-8917-6704  
Sidnei Tavares dos Reis
-  0000-0003-3360-5244  
Milton Nobel Cano Chauca
-  0000-0003-4939-2589  
Teddy Marques Farias
-  0000-0001-5798-0693  
Diene Sara Lopes Souza

que os pequis da localidade Januária - Sambaíba apresentaram melhores características químicas e físicas, indicando presença de padronização no processamento da polpa de pequi.

**Palavras-chave:** Alimentos; *Caryocar brasiliense*; Extrativismo; Cerrado; Saúde.

**Abstract.** *Quality parameters of pequi pulp from different locations in North of Minas Gerais.* The objective of this study was to evaluate the quality parameters of pequi pulp from different locations in the North of Minas Gerais. Samples of pequi pulp were collected in the 2019/2020 harvest in six communities in the Municipalities of Bonito de Minas, Januária, São João da Lagoa, Cônego Marinho and Ibiaí. Analyzes of centesimal composition, color and firmness were performed. The data was submitted to variance analysis and when the "F" test was significant, the averages for the different locations were compared by Tukey test at 5% probability. A multivariate statistical analysis was also performed using principal component analysis and factor analysis techniques. It was observed that there was a statistical difference for centesimal composition in all variables analyzed and that the Sambaíba locality, in the Municipality of Januária, presented lower moisture content than the other locality and, consequently, higher values of dry mass, ash and proteins. The Municipality of São João da Lagoa presented higher moisture content in relation to the other municipalities, however, the dry mass, lipids, ash contents were lower and the protein content with an intermediate value. On the other hand, the Municipalities of Bonito de Minas, the Communities of Peruçu and Sambaíba in the Municipality of Januária, the Municipality of Cônego Marinho and Ibiaí, presented intermediary centesimal composition values to the other locations. There were no statistical differences in the parameters L\* and Hue, indicating that the average of the six locations is the best estimated for these, with the value of 68.03 for the parameter L\* and 82.33 for Hue. For the parameters a\*, b\* and chroma there were statistical differences. For the analysis of firmness, there were statistical differences between the different localities studied, and the localities of Bonito de Minas, the Sambaíba Community in the Municipality of Januária and the Municipality of São João da Lagoa presented the highest values followed by the Peruáçu Community in the Municipality of Januária and the Municipalities Cônego Marinho and Ibiaí with the lowest values. Considering the results found for the variables studied, it was concluded that the pequis of Januária - Sambaíba locality presented better chemical and physical characteristics, indicating the presence of standardization in the processing of pequi pulp.

**Keywords:** Food; *Caryocar brasiliense*; Extractivism; Cerrado; Health.

## Introdução

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro que abrange várias regiões do país com uma área aproximadamente de 2 milhões de km<sup>2</sup>, que representa cerca de 22% do território nacional (Nóbrega et al., 2018). Esse bioma apresenta diversas espécies frutíferas, os seus frutos têm despertado interesse nas indústrias alimentícias, química e farmacêuticas (Beuchlea et al., 2015).

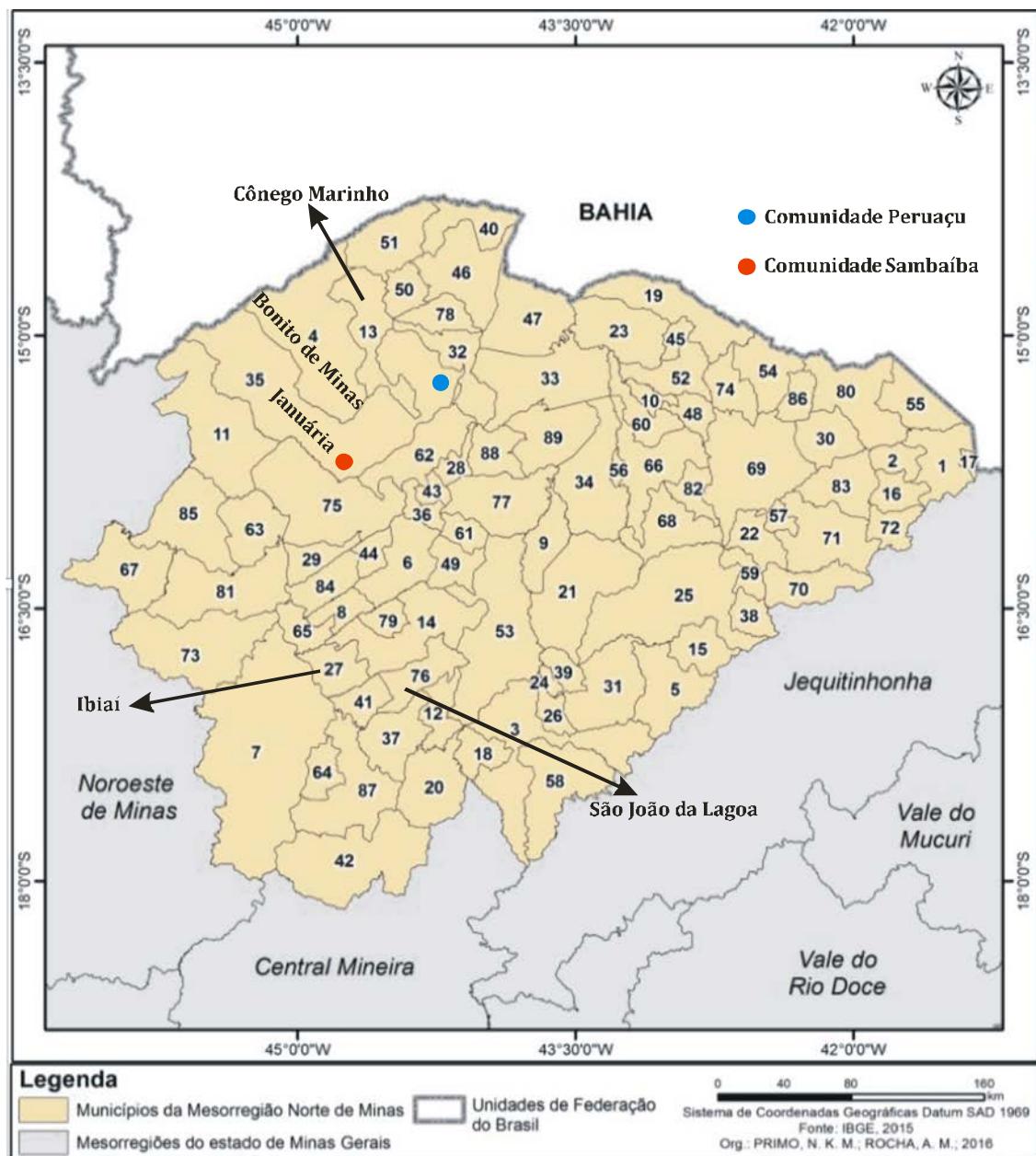
Entre estes diversos frutos nativos do cerrado, destaca-se o pequi *Caryocar brasiliense* Camb., que é muito perecível, sendo necessários métodos adequados de conservação para preservá-lo (Carrazza e Ávila, 2010). O pequi *in natura* apresenta aproximadamente 52% de água em sua composição (Cordeiro, 2012). Esse conteúdo é responsável por grande parte da deterioração por microrganismos e alterações por reações químicas e enzimáticas, caracterizando assim baixa resistência ao armazenamento. Estudos feitos por Oliveira et al. (2010), relatam que a polpa do pequi apresenta baixa acidez e alta atividade de água, sendo propícia ao desenvolvimento de microrganismos deterioradores. No entanto, o pequi é um fruto rico em nutrientes importantes para a saúde, sendo excelente fonte de vitaminas (A e C), lipídios, proteínas, carboidratos, fibra alimentar, compostos fenólicos e carotenoides (Lima et al., 2007).

O pequi é um fruto de suma importância socioeconômica, permitindo a pequenas e a grandes indústrias produzirem variedades de produtos alimentícios. Além de ser muito aproveitado como ingrediente principal na culinária regional brasileira. Todavia é possível encontrar no mercado de cosméticos e produtos da indústria farmacêutica a base de pequi como, sabonetes, sabão, xampu, hidratantes de pele e cabelo. As indústrias farmacêuticas aliadas com a medicina já estão estudando a importância do pequi para produtos que ajudam na saúde. Já existe no mercado cápsulas do óleo de pequi que apresentam propriedades anti-inflamatória e é especialmente funcional para pacientes de lúpus e diabetes, além de ajudar no combate à pressão alta e ser indicado para atletas.

O pequi é um fruto sazonal, com safra que acontece de novembro a fevereiro, o que torna necessário aplicação de técnicas para conservar este fruto. A produção da polpa congelada de pequi é uma boa alternativa, uma vez que, além de conservar e de agregar valor ao fruto, é uma excelente fonte de renda para os extrativistas e, quando o processamento é realizado de forma adequada resulta em um produto de boa qualidade. A produção da polpa de pequi é simples, o pequi é coletado no campo, selecionado, higienizado, roletado (separação do fruto da casca), fatiado, branqueado, embalado, congelado e armazenado em a -18 °C, com prazo de validade de um ano e seis meses. Para o processamento da polpa do pequi é de suma importância ter os devidos cuidados de higiene como, usar água potável, facas de inox, panelas de inox e outros utensílios, sempre bem higienizados para não ocorrer contaminação cruzada e assim obter um produto de qualidade. No entanto, há vários pontos críticos durante esse processamento, começando pela água no branqueamento, o choque térmico é feito com água fria que pode estar contaminada. Para higienização dos equipamentos e utensílios deve-se usar detergente e uma solução de água clorada e enxaguar com água corrente. Durante a embalagem deve-se colocar uma quantidade adequada de produto dentro da embalagem para que o congelamento ocorra de forma mais rápida, pontos que podem ser considerados críticos e que influenciam na qualidade da polpa. No entanto, a maioria desses produtores não tem ciência desses pontos importantes.

A maior parte da polpa de pequi é produzida pelos extrativistas em suas próprias casas de maneira artesanal, sem nenhum conhecimento técnico e muito menos higiênico sanitário, podendo resultar em um produto de qualidade comprometida como, falta de padronização, aparência e textura comprometida e problemas microbiológicos, e mesmo assim, estes produtos são comercializados em feiras, mercados das cidades, comércios de bairro, à beira de estradas, podendo comprometer a saúde dos consumidores. Mas

também existem algumas pequenas agroindústrias formadas por cooperados que também produzem polpa de pequi congelada de melhor qualidade.



**Figura 1.** Mapa de localização do estudo. Fonte: Associação dos Municípios da Bacia do Médio São Francisco.

Sendo assim, torna-se necessário a realização de pesquisas e acompanhamento técnico a estes produtores individuais para que eles possam melhorar a qualidade da produção da polpa de pequi, trabalho que já é implementado em algumas agroindústrias. Há uma necessidade de ensinar esses produtores a aplicação de boas práticas de fabricação, desenvolver novas tecnologias, equipamentos, instalações e processos que

sejam adequados de tal forma que possam produzir uma polpa de pequi de qualidade não oferecendo risco a saúde dos consumidores.

Esta pesquisa é parte do projeto intitulado “Melhoria no sistema de gestão da produção e da qualidade dos produtos nas unidades de processamento de frutos nativos e da agricultura familiar do Norte de Minas Gerais” que visa a gerar parâmetros de qualidade para a padronização da produção da polpa de pequi nas unidades de processamento do norte de Minas Gerais por meio dos resultados das análises centesimal e dos parâmetros físicos, bem como a fomentar a adoção das boas práticas de fabricação e programação da produção nas unidades de processamento visando à melhoria da qualidade dos produtos e à otimização dos processos utilizados pelos produtores.

Assim, o objetivo deste estudo é avaliar os parâmetros de qualidades da polpa de pequi de seis localidades do norte de Minas Gerais para melhorar o sistema de gestão da produção e da qualidade dos produtos nas unidades de processamento de frutos nativos e da agricultura familiar dessa região.

## **Materiais e métodos**

### **Matéria-prima**

Foram coletadas amostras de polpas de pequi na região do norte de Minas Gerais na safra de janeiro e fevereiro de 2020, em seis localidades diferentes (1 - Município Bonito de Minas, 2 - Município Januária - Comunidade Sambaíba, 3 - Município São João da Lagoa, 4 - Município Januária - Comunidade Peruaçu, 5 - Município Cônego Marinho e 6 - Município Ibiaí), conforme Figura 1.

As amostras foram roletadas, fatiadas, devidamente embaladas em recipientes plásticos e encaminhadas para o Laboratório de Tecnologia de Produtos Vegetais, do Instituto de Ciências Agrárias, da UFMG, para posteriores análises.

### **Composição centesimal**

As análises da composição centesimal foram seguindo os procedimentos descritos pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). O teor de umidade foi determinado em estufa a 105 °C, até atingir peso constante; o teor de lipídeos utilizou-se o Soxhlet, o reagente utilizado foi o hexano; as cinzas foram obtidas após incineração em mufla a 550 °C -660 °C, por 6 h; o teor de proteínas foi determinado pelo Método de Kjeldahl, utilizando fator de correção de 6,25.

### **Cor**

A cor foi determinada mediante a avaliação da cor instrumental da polpa de pequi congelada. Usou-se um colorímetro (Konica Minolta, modelo KM - CR - 400). Para cálculo, foram estabelecidos o iluminante D65 (luz do dia 6.500K) e o ângulo de 10°; para o observador e a escala do sistema de cor “Cielab”, sendo a coordenada “L\*” a luminosidade, a coordenada “a\*” a intensidade do vermelho/verde e a coordenada “b\*” a intensidade do amarelo/azul. Para essa medida, foram coletadas amostras cujas leituras foram realizadas diretamente no aparelho, em triplicata.

### **Firmeza**

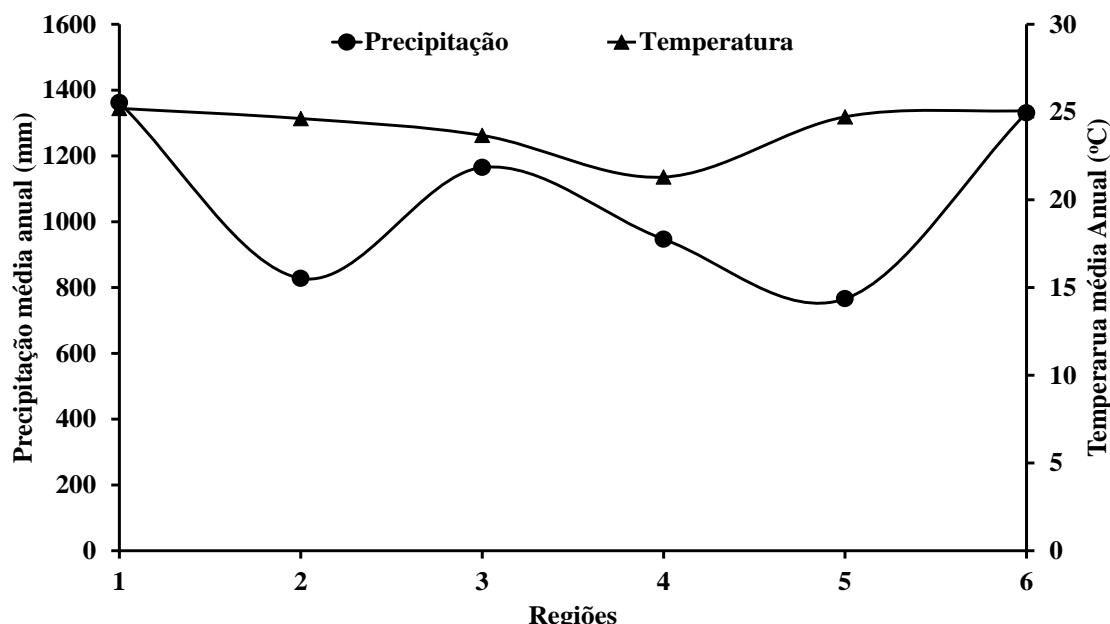
Para análise da firmeza, foi utilizado um penetrômetro (Instrutherm PTR-300), onde foi medido a força (N) necessária para fazer a penetração na polpa. As leituras das amostras foram realizadas em triplicata.

### **Fatores climáticos**

O Município de Montes Claros está situado na Bacia do Alto Médio São Francisco, aonorte do Estado de Minas Gerais. De acordo com dados do Instituto de Geo-Ciências

Aplicadas (IGA), tem a seguinte localização geográfica: Latitude, 16° 43' 41", Longitude, 43° 51' 54" e Altitude, 638 m. O clima é do tipo tropical semiárido, quente e seco, com período de chuvas concentradas entre os meses de outubro e março. A precipitação média anual é de 1.060 mm e a temperatura média anual de 24,2 °C (Prefeitura Municipal de Montes Claros, 2022).

Os fatores climáticos para as diferentes regiões durante o período de coleta de amostra de pequi podem ser observados Figura 1.



**Figura 1.** Precipitação e temperatura média durante o período de coleta de amostra de pequi nas seis localidades do norte de Minas Gerais (1 - Bonito de Minas, 2 - Januária - Sambaíba, 3 - São João da Lagoa, 4 - Januária - Peruacu, 5 - Cônego Marinho e 6 - Ibiaí).

### Delineamento experimental

O delineamento experimental foi um delineamento inteiramente casualizado com cinco repetições para seis localidades (1 - Bonito de Minas, 2 - Januária - Sambaíba, 3 - São João da Lagoa, 4 - Januária - Peruacu, 5 - Cônego Marinho e 6 - Ibiaí).

Foram coletadas cinco amostras de polpa de pequi em cada município, que foram produzidas na safra de 2019/2020.

### Análises estatísticas

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância e quando o teste de "F" foi significativo, as médias para as diferentes localidades foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas por meio do programa estatístico SISVAR, conforme descrito por Ferreira (2011). O modelo estatístico está descrito a seguir:

$$Y_{ij} = \mu + L_i + \epsilon_{ij} \quad \text{Eq.1}$$

Em que:

$Y_{ij}$  = Observação referente à localidade  $i$ , submetida a repetição  $j$ ;

$\mu$  = Média geral;

$L_i$  = Efeito das localidades  $i$ , com  $i = 1, 2, \dots, 6$ ;

$\epsilon_{ij}$  = erro experimental associado aos valores observados ( $Y_{ij}$ ) que, por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância  $\sigma^2$ .

Foi realizada também a análise estatística multivariada utilizando as técnicas de análise de componentes principais e análise de fatores por meio do software R (R Core Team, 2021).

Os métodos estatísticos multivariados consideram as amostras e as variáveis em seu conjunto, permitindo extrair informações complementares que a análise univariada não consegue evidenciar, reduzindo a representação dimensional dos dados e facilitando a visualização como um todo.

## Resultados e discussão

### Análise da composição centesimal da polpa de pequi congelado

Houve diferença estatística ( $p < 0,05$ ) para composição centesimal para todas as variáveis analisadas, sendo que a localidade de Januária - Sambaíba apresentou teor de umidade inferior às demais regiões e, consequentemente, valores superiores de massa seca, cinzas e proteínas. A localidade de São João da Lagoa apresentou teor de umidade superior em relação às demais, entretanto os teores de massa seca, lipídeos, cinzas foram inferiores e o teor de proteína com valor intermediário, possivelmente, devido ao teor de umidade, pois, quanto maior o teor de umidade, menor o teor de massa seca, causando redução nos teores dos demais nutrientes. Já as localidades de Bonito de Minas, Januária - Peruáçu, Cônego Marinho e Ibiaí apresentaram valores de composição centesimal intermediários às demais regiões (Tabela 1).

**Tabela 1.** Composição centesimal da polpa de pequi congelado.

Localidades	Umidade (%)	Massa seca (%)	Lipídeos (%)	Cinzas (%)	Proteínas (%)
1	61,78 ab	38,22 ab	69,83 ab	0,48 b	0,92 abc
2	59,67 a	40,33 a	68,71 ab	0,57 a	1,61 a
3	66,68 b	33,32 b	63,80 b	0,39 b	1,34 ab
4	62,41 ab	37,59 ab	68,05 ab	0,46 b	0,50 c
5	59,89 ab	40,11 ab	72,63 a	0,56 a	0,84 bc
6	62,29 ab	37,71 ab	66,05 ab	0,46 b	1,47 ab
<b>CV (%)</b>	<b>5,64</b>	<b>9,25</b>	<b>5,05</b>	<b>11,25</b>	<b>31,85</b>
<b>EPM</b>	<b>1,57</b>	<b>1,57</b>	<b>1,54</b>	<b>0,02</b>	<b>0,15</b>

Médias seguidas pelas letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Legenda: 1 - Bonito de Minas, 2 - Januária - Sambaíba, 3 - São João da Lagoa, 4 - Januária - Peruáçu, 5 - Cônego Marinho, 6 - Ibiaí, CV - Coeficiente de variação, EPM - erro padrão da média.

Os valores estão próximos aos da TACO (NEPA, 2011) que determina a porcentagem de umidade do pequi cru de 65,9%. Estudos realizados por Paz et al. (2014) encontraram em média de 52,4% no pequi *in natura*, valor inferior aos encontrados nesta

pesquisa, que variou de 59,6% a 66,6% entre os seis municípios analisados na região do norte de Minas Gerais. No presente estudo foi realizado o processo de branqueamento que consiste em submergir a polpa em água em ebulação durante 3 a 5 min, aumentando o teor de umidade, o que pode ter corroborado pelas diferenças nos teores de umidade obtidos por Paz et al. (2014) que analisaram a polpa de pequi *in natura*.

Com relação às cinzas (Tabela 1), foram encontrados resultados inferiores aos estabelecidos pela TACO para análises de alimentos (NEPA, 2011), que apresenta valor de 0,80%, para o pequi cru. É interessante ressaltar que a polpa de pequi congelada das localidades aqui estudadas passa pelo tratamento térmico, o branqueamento, que por sua vez pode ocorrer a perda de minerais durante esse processamento.

Viana (2015) encontrou 61,28% de lipídeos, valor inferior aos da presente pesquisa que variou de 63,80% a 72,63%. Essas diferenças se devem aos aspectos fisiológicos inerentes à própria planta de pequi, bem como às condições edafoclimáticas de cada região onde as pesquisas foram realizadas e do método de preparo da polpa no momento do processamento.

Os valores de proteínas (Tabela 1) foram inferiores aos da TACO (NEPA, 2011), com valor estimado de 2,80% para o pequi cru. Esses valores baixos encontrados em relação a proteínas, possivelmente, ocorreram em função da polpa de pequi passar pelo tratamento de térmico antes de ser congelada e durante esse processo pode ter ocasionado perda de proteínas.

De acordo com Fellows (2006), durante o branqueamento são perdidos alguns minerais, vitaminas e outros componentes hidrossolúveis. Essas perdas, são causadas principalmente, pela lixiviação, a destruição térmica e um menor grau a oxidação. Além do processo de branqueamento, outros fatores podem modificar a composição centesimal, tais como a maturidade, os métodos utilizados no preparo do alimento, principalmente o grau de corte ou fatiado, a relação de área superficial por volume das porções do alimento, o tempo e a temperatura de branqueamento, o método de resfriamento, entre outros. Portanto, os diferentes resultados da composição centesimal obtidos para as localidades (Tabela 1) possivelmente se aplica a eficiência no momento da realização do processo de branqueamento realizado nas diferentes localidades estudadas, ficando evidente a falta de padronização no processamento da polpa de pequi produzidas pelos extrativistas do norte de Minas Gerais.

### Cor

Não houve diferenças estatísticas ( $p > 0,05$ ) para os parâmetros  $L^*$  e Hue, indicando que a média das seis localidades é a melhor estimativa para estes parâmetros, com o valor de 68,03 para o parâmetro  $L^*$  e 82,33 para Hue. Já para os parâmetros  $a^*$ ,  $b^*$  e croma houve diferenças estatísticas ( $p < 0,05$ ).

As localidades de Bonito de Minas, Januária - Sambaíba, São João da Lagoa, Januária - Peruaçu e Ibiaí apresentaram valores superiores para o Parâmetro  $a^*$ , sendo que a localidade Cônego Marinho apresentou o menor valor para este parâmetro (Tabela 2). Com relação aos parâmetros  $b^*$  e croma a localidade Januária - Sambaíba se destacou apresentando valores superiores, sendo que, a localidade Cônego Marinho apresentou o menor valor para ambos os parâmetros. Já as demais localidades, Bonito de Minas, São João da Lagoa, Januária - Peruaçu e Ibiaí, apresentaram valores intermediários (Tabela 2).

Estudos realizados por de Sousa et al. (2012) mostraram valores de parâmetro  $L^*$  de 69,82 para a polpa de pequi, próximo ao encontrado neste estudo. Já quanto aos parâmetros  $a^*$  e  $b^*$ , Sousa et al. (2012) encontraram para  $a^*$  3,02 e para  $b^*$  33,49, valores inferiores aos deste estudo.

**Tabela 2.** Análise de cor para a polpa de pequi congelada.

Localidades	L*	a*	b*	Croma	Hue
1	66,04 a	8,47 a	58,93 ab	59,45 ab	81,64 a
2	69,83 a	7,54 a	64,79 a	65,59 a	83,46 a
3	66,49 a	7,88 a	59,95 ab	60,76 ab	80,88 a
4	68,19 a	8,25 a	59,90 ab	60,47 ab	82,16 a
5	69,99 a	4,36 b	51,95 b	52,47 b	82,57 a
6	67,64 a	7,21 a	57,21 ab	57,62 ab	83,26 a
<b>CV (%)</b>	<b>5,36</b>	<b>11,93</b>	<b>9,95</b>	<b>9,79</b>	<b>3,13</b>
<b>EPM</b>	<b>1,64</b>	<b>0,39</b>	<b>2,61</b>	<b>2,60</b>	<b>1,15</b>

Médias seguidas pelas letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p<0,05$ ).

Legenda: 1 - Bonito de Minas, 2 - Januária - Sambaíba, 3 - São João da Lagoa, 4 - Januária - Peruáçu, 5 - Cônego Marinho, 6 - Ibiaí. CV - Coeficiente de variação, EPM - erro padrão da média.

Vilas Boas et al. (2011) em estudo da qualidade de pequis fatiados e inteiros submetidos ao congelamento, obtiveram para o pequi congelado na forma inteira valor L\* de 67,19, indicando menor escurecimento do mesocarpo interno deste produto quando comparado com o fatiado (65,62). No presente estudo, o valor de L\* obtido foi de 68,03, o que indica também menor escurecimento da polpa de pequi congelada para as seis regiões estudadas. Para Costa et al. (2017) quanto maior o valor da coordenada L\* mais próxima ao branco à amostra está. Os autores encontraram valor de L\* de 49,87 para o mesocarpo do pequi, indicando cor mais escura, corroborando com os resultados deste estudo.

As coordenadas a\* expressam a variação de cor das amostras entre verde (valores negativos) e vermelho (valores positivos) e b\* entre azul (valores negativos) e amarelo (valores positivos). O processo metabólico associado a esta mudança de cor pode estar associado à degradação dos carotenoides, que conferem pigmentação, que oscila do amarelo ao vermelho.

No presente estudo, as localidades Bonito de Minas, Januária, São João da Lagoa, Januária - Peruáçu e Ibiaí apresentaram os maiores valores do parâmetro a\*, indicando coloração intensa quanto às cores vermelho amarelo em relação a região Cônego Marinho com o menor valor. Já para o parâmetro b\*, a região de Januária - Sambaíba apresentou o maior valor (Tabela 2) em relação às localidades de Bonito de Minas, São João da Lagoa, Januária - Peruáçu e Ibiaí, com valores intermediários, sendo que a Região de Cônego Marinho apresentou o menor valor para este parâmetro.

Vilas Boas et al. (2011) estudando a cor do pequi obtiveram valor b\* do pequi congelado na forma fatiada de 61,83. Ainda, relatam que menores valores em pequi congelado na forma fatiada ao longo do tempo indicam uma diminuição da coloração amarela desses produtos. No presente estudo os valores para este parâmetro foram superiores ao dos autores para localidade Januária - Sambaíba (Tabela 2), indicando aumento na cor amarela sendo que as demais localidades apresentaram valores inferiores, o que indica diminuição da cor amarela.

O Índice Croma representa pureza de cor, maiores valores indicam a coloração mais amarelada, sendo influenciado pelo parâmetro b\*. A Região de Januária - Sambaíba apresentou o maior valor em relação às localidades de Bonito de Minas, São João da Lagoa, Januária - Peruáçu e Ibiaí, com valores intermediários, sendo que a Região de Cônego Marinho apresentou o menor valor para este parâmetro (Tabela 2), apresentando a mesma tendência entre as localidades estudadas. Vilas Boas et al. (2011) encontraram valor de 62,83 intermediário aos encontrados neste estudo que variou de 52,47 a 65,59.

O parâmetro Hue caracteriza a qualidade da cor. Observando a Tabela 5, verifica-se que não houve diferenças entre as seis localidades, apresentando média de 82,33 para o

parâmetro Hue, valores superiores ao encontrados por Vilas Boas et al. (2011) em pequi congelado de 79,8. De acordo com Kirca et al. (2007) a cor perceptível depende da quantidade relativa de cores vermelha e amarela, a qual é expressa como Hue, enquanto o valor de Croma descreve a saturação ou a intensidade da cor com maiores valores as cores são mais vivas.

Estudos feitos por Fellows (2006) relatam que o branqueamento clareia alguns alimentos pela remoção de ar e poeira da superfície, alterando, assim, o comprimento de onda da luz refletida. O tempo e temperatura de branqueamento também influenciam na mudança dos pigmentos do alimento.

### Firmeza

Houve diferenças estatísticas ( $p < 0,05$ ) para o índice de firmeza entre a localidades estudadas, sendo que as localidades de Bonito de Minas, Januária - Sambaíba, São João da Lagoa e Januária - Peruáçu apresentaram os maiores valores seguida pelas localidades de Cônego Marinho e Ibiaí com os menores valores (Tabela 3). Estudos feitos por Figueiredo (2014), analisando a firmeza do fruto biribiri mostraram valores de 31,95 N de firmeza. Analisando a Tabela 6, as quatro primeiras regiões apresentaram valores superiores e semelhantes entre si, indicando melhor firmeza, o que leva a considerar que nesse quesito de firmeza, essas regiões se sobressaíram.

**Tabela 3.** Análises de firmeza da polpa de pequi congelada

Localidades	Firmeza (N)
1	26,24 a
2	31,27 a
3	29,13 a
4	25,53 a
5	1,21 b
6	0,53 b
CV (%)	27,78
EPM	2,36

Médias seguidas pelas letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Legenda: 1 - Bonito de Minas, 2 - Januária - Sambaíba, 3 - São João da Lagoa, 4 - Januária - Peruáçu, 5 - Cônego Marinho, 6 - Ibiaí, CV - Coeficiente de variação, EPM - erro padrão da média.

Segundo Fellows (2006), para fazer o branqueamento é necessário elevar a temperatura da água a 85 °C-100°C para alcançar a inativação enzimática, que pode causar perda da firmeza em alguns tipos de alimentos. Diante dos resultados baixos para a firmeza das localidades de Cônego Marinho e Ibiaí, podemos constatar que possivelmente houve falhas durante o processo de branqueamento das polpas de pequi dessas localidades. Ainda segundo este mesmo autor, durante o branqueamento da polpa de pequi, deve ser levado em conta o grau de maturidade dos frutos, a espessura das fatias, a quantidade de polpa em cada fruto, entre outros, e para que se obtenha uma polpa mais firme, os passos do processo de branqueamento devem ser cumpridos corretamente. Portanto, as diferenças se dão justamente porque há uma dificuldade na padronização para a produção da polpa de pequi nas diferentes localidades aqui estudadas.

### Análise em componentes principais

Os autovalores são um resumo das porcentagens da variância total explicada pelas componentes principais (Tabela 4). Observa-se que os dois primeiros componentes (CP1, CP2) totalizam 78,92% da variabilidade total dos dados, que é razoável para uma representação ponderada das variáveis. Segundo Rencher (2002), pelo menos 70% da variância total deve ser explicada pelos primeiros e o segundo componentes principais, o que foi observado no presente estudo.

**Tabela 4.** Autovalores e percentual da variância explicada de cada componente.

Número de componentes	Autovalores	% da variância explicada	Autovalores acumulados	% da variância explicada acumulada
1	5,77	52,44	5,76782	52,4347
2	2,91	26,50	8,68222	78,9293
3	1,82	16,50	10,49731	95,4301
4	0,29	2,61	10,78417	98,0379
5	0,22	1,96	11,00000	100,0000

Autovalores: Extração dos componentes principais.

Observa-se que a contribuição das variáveis (Tabela 5) na formação dos componentes evidenciam, para o componente 1, as variáveis de composição centesimal, já o componente 2, as variáveis das análises físicas, portanto, as análises serão focadas nestes. Na rotação *varimax*, as cargas fatoriais mais elevadas são as responsáveis pelas denominações dos fatores e são estatisticamente significativas. Recomenda-se que estas cargas sejam superiores a 70%, sendo as apresentadas no presente estudo superiores (valores em negrito na Tabela 5).

**Tabela 5.** Composição dos fatores.

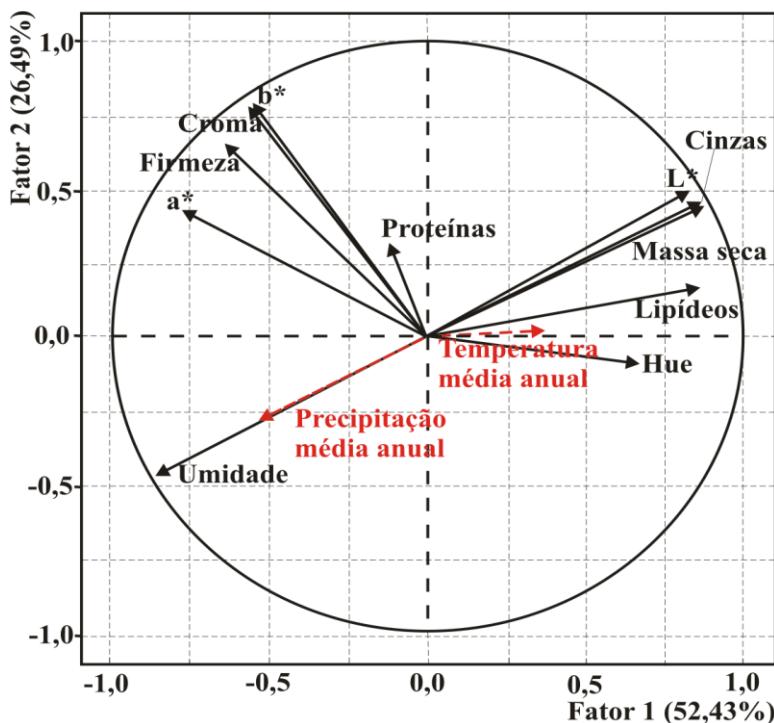
Variáveis	Fator 1	Fator 2
Firmeza	0,114627	<b>-0,848437</b>
L*	<b>-0,989759</b>	0,052585
a*	0,272375	-0,682396
b*	0,060684	<b>-0,971948</b>
Croma	0,065829	<b>-0,972284</b>
HUE	-0,297723	0,280974
Umidade	<b>0,964090</b>	-0,053559
Massa seca	<b>-0,964090</b>	0,053559
Lipídeos	<b>-0,889918</b>	0,354602
Cinzas	<b>-0,887613</b>	0,020472
Proteína	0,083308	-0,285737

Factor loadings (Varimaxnormalized): Extração dos componentes principais.

Uma vez realizados os estudos das Tabelas 4 e 5 pode-se construir o círculo de correlação (Figura 2), sendo a análise das proximidades ou oposições entre variáveis feita em termos de correlações. Outro fato importante, é que as variáveis que estão próximas ao

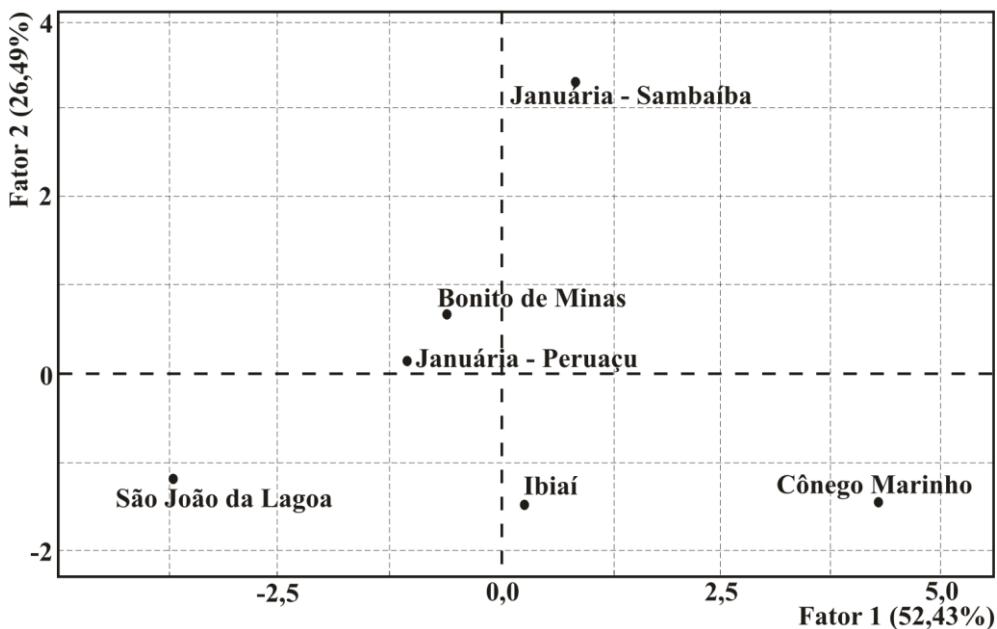
círculo unitário, possuem uma maior contribuição, em relação às variáveis que estão mais afastadas. Observa-se que as variáveis, no geral, estão bem representadas neste plano, pois se encontram próximo da circunferência unitária, com exceção da proteína apresentando menor representatividade.

Observa-se que as variáveis firmeza, croma  $a^*$  e  $b^*$ , L, massa seca, cinzas (quadrante I e II) e Hue (quadrante IV) apresentam forte correlação positiva, sendo que a proteína apresenta uma correlação de forma mais fraca. Já a variável umidade não apresenta correlação com nenhuma outra variável. Vale ressaltar que as variáveis localizadas nos quadrantes I e III sofrem influência da precipitação, pelo fato de estarem localizadas nos quadrantes do lado esquerdo, mas não são influenciadas pela temperatura, que está localizada nos quadrantes opostos. As variáveis localizadas nos quadrantes II e IV sofrem influência apenas da temperatura, por estarem localizadas nos quadrantes do lado direito (Figura 2).



**Figura 2.** Distribuição da nuvem de variáveis no círculo de correlações.

Observa-se na Figura 3, que a localidade de Januária - Sambaíba se sobressaiu em relação às demais sendo mais representativa quanto à qualidade da polpa de pequi, porém não se correlaciona com as demais localidades. Na sequência estão a localidade Bonito de Minas e Januária - Peruáçu que foram fortemente relacionados positivamente, após vem as regiões Ibiaí e Cônego Marinho, sendo que a região de São João da Lagoa apresentou-se inferior às demais. Ainda, estas três últimas localidades citadas não apresentam correlação com as demais. Estes resultados corroboram com os resultados obtidos nas Tabelas 4 e 5 que evidencia a localidade de Januária - Sambaíba, seguida pelas localidades de Januária - Peruáçu, Cônego Marinho e Ibiaí, com resultados intermediários e a localidade de São João da Lagoa com resultados inferiores.



**Figura 3.** Projeção das localidades em relação ao plano factorial (fator 1 e fator 2).

## Conclusão

Considerando os resultados encontrados para as variáveis estudadas, conclui-se que os pequis da localidade Januária - Sambaíba apresentaram melhores características químicas e físicas, indicando presença de padronização no processamento da polpa de pequi.

## Agradecimentos

Ao Fundo de Direitos Difusos (FDD-MJ) pelo apoio financeiro: bolsa de estágio e custeio dos experimentos.

## Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

## Referências

- Azevedo-Meleiro, C. H.; Rodriguez-Amaya, D. B. Confirmation of the identity of the carotenoids of tropical fruits by HPLC-DAD and HPLC-MS. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 17, p. 385-396, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2004.02.004>
- Beuchlea, R.; Grecchi, R. C.; Shimabukuro, Y. E.; Seliger, R.; Eva, H. D.; Sano, E.; Achard, F. Land cover changes in the Brazilian Cerrado and Caatinga biomes from 1990 to 2010 based on a systematic remote sensing sampling approach. **Applied Geography**, v. 58, n. 2, p. 116-127, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.01.017>
- Carrazza, L. R.; Ávila, J. C. C. **Manual tecnológico de aproveitamento integral do fruto do pequi (*Caryocar brasiliense*)**. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza, 2010.

- Cordeiro, M. W. S. **Caracterização física e química de frutos de pequi (Caryocar brasiliense Camb.) de diferentes regiões do Estado de Mato Grosso.** Goiânia: Universidade Federal do Goiás, 2012. (Dissertação de mestrado).
- Costa, A. P. F.; Pinto, E. G.; Soares, D. S. B. Obtenção de farinha do mesocarpo de pequi. **Revista Agrarian**, v. 10, n. 38, p. 349-354, 2017. <https://doi.org/10.30612/agrarian.v10i38.7051>
- Fellows, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e práticas.** 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- Ferreira, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>
- Figueredo, B. G. **Caracterização física, química e compostos bioativos de frutos biribiri (Averrhoa bilimbi L.).** Itapetinga: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2012. (Dissertação de mestrado).
- Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.
- Kirca, A.; Özkan, M.; Cemeroğlu, B. Storage stability of strawberry jam color enhanced with black carrot juice concentrate. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 31, p. 531-545, 2007. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2007.00140.x>
- Lima, A. D.; Silva, A. M. D. O.; Trindade, R. A.; Torres, R. P.; Mancini-Filho, J. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoia do pequi (Caryocar brasiliense Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 695-698, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-29452007000300052>
- NEPA - Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. **TACO: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos.** 4. ed. São Paulo: Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação, Universidade Estadual de Campinas, 2011.
- Nóbrega; R. L.; Guzha, A. C.; Lamparter, G.; Amorim, R. S.; Couto, E. G.; Hughes, H. J.; Gerold, G. Impacts of land-use and land-cover change on stream hydrochemistry in the Cerrado and Amazon biomes. **Science of the Total Environment**, v. 635, p. 259-274, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.356>
- Oliveira, W. L. **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do pequi.** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010.
- Paz, J. G.; Pacheco, P.; Silva, C. O.; Pascoal, G. B. Análise da composição nutricional e de parâmetros físico-químicos do pequi (Caryocar brasiliense Camb) *in natura*. **Revista Científica Linkania Master**, v. 1, n. 8, 2014.
- Prado, N. F. D. O. **Aproveitamento do endocarpo de pequi para desenvolvimento tecnológico de paçoca doce.** Rio Verde: Instituto Federal Goiano, 2019. (Dissertação de mestrado).
- Prefeitura Municipal de Montes Claros. **Coletânea de informações sobre o Município de Montes Claros-MG.** Montes Claros: Prefeitura Municipal de Montes Claros, 2022.
- R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing.** Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2021. Disponível em: <<https://www.R-project.org/>>. Acesso em: 22 nov. 2021.
- Rencher, A. C. **Methods of multivariate analysis.** 2. ed. New York: Wiley-Interscience, 2002.

Sousa, F. C.; Silva, L. M. M.; Sousa, E. P.; Lima, A. K. V. O.; Figueiredo, R. S. F. Parâmetros físicos e físico-químicos da polpa de pequi. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 1, p. 12-15, 2012. <https://doi.org/10.18378/rvads.v7i1>

Viana, A. M. F. **Efeito da polpa de pequi (*Caryocar brasiliense Cambess*) nas alterações hepáticas induzidas pela dieta hiperlipídica em ratos**. Ouro Preto: Universidade Federal de Ouro Preto, 2015. (Dissertação de mestrado).

Vilas Boas, B. M.; Gonçalves, G. A. S.; Alves, J. Á.; Valério, J. M.; Alves, T. C.; Rodrigues, L. J.; Vilas Boas, E. V. D. B. Qualidade de pequis fatiados e inteiros submetidos ao congelamento. **Ciência Rural**, v. 42, n. 5, p. 904-910, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012005000016>



Informação da Licença: Este é um artigo Open Access distribuído sob os termos da Licença Creative Commons Attribution, que permite uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que a obra original seja devidamente citada.