

KAREN CRISTINA GIMENIS GIL OTA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, BIOCÓMPOSTOS E
MINERAIS DE *Ananas ananassoides* CULTIVADOS EM DIFERENTES
CONDIÇÕES DE LUMINOSIDADE**

ASSIS

2018

KAREN CRISTINA GIMENIS GIL OTA

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, BIOCOMPOSTOS E
MINERAIS DE *Ananas ananassoides* CULTIVADOS EM DIFERENTES
CONDIÇÕES DE LUMINOSIDADE**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Letras, Assis, para a obtenção do título de Mestre em Biociências (Área de Conhecimento: Caracterização e Aplicação da Diversidade Biológica).

Orientador(a): Dr^a Ivanise Guilherme Branco

ASSIS

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca da F.C.L. – Assis – Unesp

O87c Ota, Karen Cristina Gimenis Gil
Caracterização físico-química, biocompostos e minerais de
Ananas ananassoides cultivados em diferentes condições de
luminosidade / Karen Cristina Gimenis Gil Ota. Assis, 2018.
52 f. : il.

Dissertação de Mestrado – Universidade Estadual Paulista
(UNESP), Faculdade de Ciências e Letras, Assis
Orientadora: Dra. Ivanise Guilherme Branco

1. Ananás. 2. Plantas - Efeito da luz. 3. Nutrientes. I. Título.

CDD 584.85

KAREN CRISTINA GIMENIS GIL OTA

Caracterização físico-química, biocompostos e minerais de "Ananas ananassoides" cultivados em diferentes condições de luminosidade

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Letras, Assis, para obtenção do título de Mestrado Acadêmico em BIOCÊNCIAS.
(Área de Conhecimento: Caracterização e Aplicação da Diversidade Biológica)

Data da Aprovação: 07/03/2018

COMISSÃO EXAMINADORA

PRESIDENTE: PROFA. DRA. Ivanise Guilherme Branco - UNESP/ASSIS


MEMBROS: PROFA. DRA. Cassia Roberta Malacrida Mayer - UNESP/ASSIS

PROF. DR. Bruno Henrique de Oliveira - UNIVESP/ASSIS

Dedicatória
A todos que buscam e se entregam à arte do saber.

AGRADECIMENTOS

Levanto as mãos para o céu e louvo Aquele que me colocou na terra e me agraciou com o dom de viver e aprender sempre.

Por todos os anjos de luz que encontrei durante o caminho percorrido e por todos aqueles que estão aguardando minha passagem.

Ao meu querido marido, Kazuyochi Ota Junior, pelo apoio, incentivo e amor.

Ao meu botão em flor, Maria Antonella, por compreender e contribuir de um jeito todo especial, para que eu pudesse estudar.

A minha querida mãe, Geny Gimenis e meu padraastro, Alir Poletto, por terem se doado de todo o coração durante os anos que estive estudando e todo o amor depositado em mim.

Aos meus queridos tios, Maria Helena Villa Gimenis Marcondes e Idevaldo Dias Marcondes pela força, motivação e carinho sempre.

A querida Natália, hoje Mestra, por todo auxílio, apoio e palavras amigas.

As minhas queridas amigas de coração Andréia Maia, Cristiane Venciguera e Marilise Bernini, por me ouvirem, por sempre colocarem as palavras certas no momento certo e todo carinho transmitido.

Aos Mestres queridos:

Minha orientadora Prof^a Dr^a Ivanise Guilherme Branco, por toda compreensão, atenção e ensinamentos transmitidos durante o desenvolvimento da pesquisa.

Prof. Dr. Eutímio Gustavo Fernández Núñez, por ter despertado em mim a busca do saber, durante as aulas ministradas.

A Prof^a Dr^a Cássia Roberta por toda atenção e gentileza em ceder o laboratório, como também materiais e auxiliar nas práticas laboratoriais.

A Prof^a Dr^a Giselda Durigan por toda atenção e por ter se prontificado a auxiliar com sua experiência a pesquisa desenvolvida.

A Prof^a Dr^a Christianne Elisabete da Costa Rodrigues, Ms. Keila Aracava e Prof^a. Dr^a Isabel Moraes da USP, campus Pirassununga/SP, por toda gentileza e disponibilidade em realizarem análises para a pesquisa desenvolvida.

Ao Prof. Dr. Charles da UFPR e Prof^a Dr^a Aline T. Toci da Unila pela gentileza em realizarem as análises por HPLC das amostras dos frutos do cerrado.

Ao Prof. João Carlos da Silva e Prof^a Sarah Rabelo pela atenção e aprendizado.

A querida amiga e professora, Karin Maria Ludwig pelas palavras de conforto e por ter se prontificado em contribuir com suas experiências.

Aos técnicos de laboratório da Unesp, campus Assis/SP, Gilberto e Sérgio, por toda energia, disposição e preocupação em resolver os problemas por mim apresentados.

Aos assistentes da Estação Ecológica de Assis, Edson Damaceno, Edison Adriano Berto e João da Silva, por terem realizado a coleta dos frutos que foram alvo da pesquisa.

Epígrafe
“Mude, mas comece devagar, porque a direção é mais importante que a velocidade.”
Clarice Lispector

OTA, K. C. G. G. **Caracterização físico-química, biocompostos e minerais de *Ananas ananassoides* cultivados em diferentes condições de luminosidade**. 2018. 52 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Biociências). – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Letras, Assis, 2018.

RESUMO

Os frutos do cerrado são atualmente estudados por apresentarem em sua composição substâncias com funções protetoras e preventivas de processos nocivos à saúde, além de fornecerem nutrientes essenciais ao adequado funcionamento do organismo. Dentre estes frutos está o *Ananas ananassoides*, planta da família Bromeliaceae, endêmica do Cerrado Brasileiro, popularmente conhecida como ananás, ananaí, ananás-de-raposa ou também abacaxizinho do cerrado. Seus frutos são resistentes à ação da natureza, além de pequenos e fibrosos. Apresentam elevado teor de açúcar, acidez e pequenas sementes. Estudos mostram que os frutos do cerrado apresentam boa capacidade antioxidante, porém investigações científicas que envolvem a caracterização físico-química, compostos bioativos, quantificação mineral e o efeito da incidência solar nos frutos de *A. ananassoides* não foram totalmente elucidados. Como a caracterização e uso deste fruto é pouco explorado o objetivo deste trabalho foi avaliar os compostos bioativos (carotenoides, compostos fenólicos, vitamina C e capacidade antioxidante), bem como as características físico-químicas e minerais do fruto em condições de luminosidade e sombreamento.

Palavras-chave: abacaxi silvestre, Cerrado Brasileiro, biocompostos, saúde, minerais, composição nutricional, micronutrientes, macronutrientes, efeito da luz.

OTA, K. C. G. G. **Physical-chemical characterization, bioactive compounds and mineral of *Ananas ananassoides* cultivated in different conditions of luminosity.** 2018. 52 f. Dissertation (Masters in Biosciences). – State University of São Paulo (UNESP), Faculty of Sciences and Letters, Assis, 2018.

ABSTRACT

The fruits of the cerrado are currently studied because they present substances in its composition with protective and preventive functions against harmful processes to health, besides they provide essential nutrients to the appropriate organism functioning. Among this fruits is the *Ananas ananassoides*, plant of Bromeliaceae family, endemic of the brazilian cerrado, popularly known as ananás, ananaí, ananás-de-raposa or also abacaxzinho-do-cerrado. Its fruits are little and fibrous besides being resistant to the action of nature, They present high sugar content, acidity and small seeds. Studies show that the fruits of the cerrado present good antioxidant capacity, however scientific investigations that involve the physical-chemical characterization, bioactive compounds, mineral quantification and the effect of solar incidence in fruits of *A. ananassoides* were not totally elucidated. As the characterization and use of this fruit is poorly explored, the objective of this study was to evaluate the bioactive compounds (carotenoids, phenolic compounds, vitamin C and antioxidant capacity), as well as the physical-chemical and mineral characteristics of the fruit in conditions of luminosity and darkness.

Keywords: wild pineapple, brazilian cerrado, biocompounds, health, minerals, nutritional composition, micronutrients, macronutrients, effects of light

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	04
Referências	08
CAPÍTULO I – Caracterização físico-química e biocompostos de <i>Ananas ananassoides</i> obtidos em diferentes condições de luminosidade	12
Resumo	12
1. Introdução	12
2. Materiais e métodos	14
2.1. Matéria-prima.....	14
2.2. Preparo do extrato para as análises de Compostos Fenólicos e Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS	16
2.3. Preparo do extrato para a Determinação de Compostos Fenólicos através de HPLC	16
2.4. Determinações físico-químicas da matéria-prima	17
2.4.1. Determinação do pH	17
2.4.2. Determinação da umidade	17
2.4.3. Determinação de sólidos solúveis	17
2.4.4. Acidez titulável	17
2.4.5. Determinação de cinza.....	18
2.4.6. Determinação de lipídios.....	18
2.5. Análise dos Biocompostos	19
2.5.1. Ácido ascórbico	19
2.5.2. Carotenoides Totais.....	19
2.5.3. Capacidade antioxidante.....	20
2.5.4. Compostos fenólicos.....	20
2.5.5. Determinação de compostos fenólicos através da Cromatografia Líquida de Alto Desempenho (HPLC)	21
2.5.5.1. Preparo das amostras.....	21
2.5.5.2. Quantificação de compostos fenólicos por HPLC.....	21

3. Resultados e discussão	22
3.1. Caracterização biométrica dos frutos	22
3.2. Caracterização físico-químicas e biocompostos de polpas das espécies de abacaxi <i>A. ananassoides</i> , cultivados em condições de luminosidade e sombreamento	23
3.3. Compostos fenólicos por HPLC- High Performance Liquid Chromatography (Cromatografia Líquida de Alta Performance)	27
4. Conclusão	32
5. Referências	33
CAPÍTULO II – Caracterização mineral da polpa e casca de <i>Ananas ananassoides</i> cultivados sob condições de sombreamento e luminosidade	38
Resumo	38
1. Introdução	38
2. Materiais e Métodos	40
2.1. Análise mineral	40
2.2. Preparo da amostra	41
3. Resultados e discussão	41
4. Conclusão	48
5. Referências	48
CONCLUSÃO GERAL	52

INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta clima diversificado, revelando uma agricultura variada, As regiões Sul e Centro-Oeste do país apresentam maior pluviosidade, além de solos mais férteis e infraestrutura mais desenvolvida. A região central do país contém áreas substanciais de pasto degradado, apresentando potencial para produção agrícola. Revelando-se como um país de solo rico, o Brasil é um dos maiores produtores mundiais de frutas. As principais frutas produzidas no país são bananas, maçãs, uvas, melões e frutas tropicais, especialmente manga, abacate e abacaxi (OCDE-FAO, 2015). A produção de frutas no Brasil é conhecida como uma das atividades proativas da nossa economia, por apresentar desenvolvimento constante (Guimarães, 2015).

Os frutos destacam-se em suas espécies, variedades e composição química (Marques, 2008). Apresenta conteúdo de fibras, vitaminas, minerais, antioxidantes, compostos secundários fenólicos e, segundo Silva (2011), possuem também baixa densidade energética, conferindo, portanto, um alimento de baixo valor calórico. Estes micronutrientes exercem funções vitais no desenvolvimento e funcionamento do organismo, assim como na prevenção de enfermidades (Gondim et al., 2005; Kuskoski et al., 2006). Os compostos bioativos presentes nestes frutos são capazes de reduzir, significativamente, o risco de ocorrência de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) relacionadas, por exemplo, ao estresse oxidativo (Embrapa, 2006; Ferreira e Abreu, 2007; Reis et al., 2015).

A capacidade antioxidante dos frutos varia conforme a quantidade de vitamina C, vitamina E, carotenóides, flavonóides e outros conteúdos fenólicos, que também atuam inibindo os efeitos da oxidação. (Reis, 2015).

Nas plantas, estes compostos estão relacionados com o crescimento e reprodução dos vegetais e também atuam como agente antipatogênico e contribuem para sua pigmentação. Nos alimentos, estes compostos são responsáveis pela cor, adstringência, aroma e,

principalmente, pela estabilidade oxidativa, sendo eficazes na prevenção da autoxidação (Angelo e Jorge, 2007). Os flavonóides correspondem ao grupo de compostos fenólicos grandemente distribuídos em frutas e vegetais. Pode-se apresentar sob diversas variações como flavonóis, flavonas, flavanonas, catequinas, antocianinas, isoflavonas e chalconas. (Silva et al., 2010)

Na classe dos não flavonóides, os compostos que se derivam dos ácidos hidroxicinâmicos são os ésteres dos ácidos caféico, cumárico e felúrico, enquanto que os que são derivados dos ácidos hidroxibenzóicos são os ácidos salicílico, gálico, elágico, protocatéico e vanílico (Silva et al., 2010).

Os compostos fenólicos e flavonóides são considerados antioxidantes naturais tendo como função a inibição dos radicais livres. A formação de radicais livres está relacionada às doenças fisiopatológicas, uma vez que causam o estresse oxidativo prejudicando as biomoléculas. Em virtude deste fato, estudos tem mostrado o papel dos compostos bioativos na prevenção de doenças crônicas (Nascimento, 2016).

A ação benéfica desses compostos fenólicos se relacionada com a sua atividade anti-inflamatória, pois além de impedir a aglomeração das plaquetas sanguíneas, evitam também a ação de radicais livres no organismo (Silva et al., 2010). Por esta razão, o consumo de frutos é indicado para a prevenção de doenças fisiopatológicas.

Estudos realizados em frutos produzidos de forma convencional e consumidos em regiões de clima temperado e solo fértil ressaltam a presença de alta capacidade antioxidante. No entanto, há poucas pesquisas realizadas sobre a capacidade antioxidante em frutos que são cultivados em regiões de clima árido e solo ácido, como ocorre no Cerrado Brasileiro, dotado de uma grande diversidade de espécies vegetais (Rosa, 2013).

O Brasil possui a maior diversidade biológica do mundo (Saraiva et al., 2015), destacando-se, assim, o Cerrado, sendo constituído por um conjunto de ecossistemas e se

definindo como o segundo maior bioma brasileiro, ocupando, aproximadamente, 25% do território nacional. A flora é considerada a mais rica dentre as savanas do mundo e, estima-se, cerca de 4 a 10 mil espécies de plantas vasculares (Embrapa, 2006; Klink e Machado, 2005).

O cerrado é definido por diferentes formações, que variam desde pastagens naturais abertas e rupestres, vegetação savana (cerrado stricto sensu) e áreas formadas e cobertas por vegetação, consideradas cerradão e florestas de galeria. Nota-se que a tolerância ao fogo, está presente nas formações não florestais (pastagens e savanas), enquanto que as formações florestais, incluindo cerradão e florestas de galeria, não apresentam esta característica (Fernandes et al., 2016).

A cobertura florestal original do Estado de São Paulo correspondia a 81,8% do seu território. Com o passar dos anos, os níveis de umidade aumentaram e as florestas não voltaram com suas distribuições originais, referindo-se ao cerrado. Este fato pode estar relacionado a fatores como a utilização de fogo, cujo uso frequente, assim como o empobrecimento do solo, juntamente a períodos de seca, impede a continuidade de espécies florestais. A distribuição atual do cerrado e da floresta estacional do Estado Paulista apresenta um padrão de mosaico bastante claro, pois, muitas vezes, é impossível de se determinar onde uma formação se finaliza e a outra se inicia (Siqueira e Durigan, 2007).

Nas regiões do Estado de São Paulo, incluindo a região do município de Assis há o adensamento da vegetação de cerrado (Pinheiro e Durigan, 2012). Especificamente, a vegetação da Estação Ecológica de Assis, onde os frutos foram coletados para as análises do presente estudo, apresenta características de Cerrado *sensu lato*, isto é, onde há o predomínio da fisionomia cerradão. Também são encontradas fisionomias florestais ripárias, onde há pequenos trechos de campo úmido, áreas com manchas de vegetação com estrato arbóreo descontínuo, caracterizando-se fisionomia de cerrado *sensu stricto* e uma pequena faixa ecotonal, onde estão espécies da floresta estacional semidecidual (Rossatto; Toniato; Durigan,

2008). Espécies frutíferas do cerrado despertam interesse pelas características funcionais e valor nutricional que apresentam, além de serem importantes meios de preservação e valorização da biodiversidade deste bioma (Malta et al., 2013).

Os frutos do cerrado são atrativos por apresentarem sabores, cores e aromas característicos, além de elevados teores de açúcares, proteínas, vitaminas e sais minerais (Silva et al., 2008; Rezende et al., 2016). Estão adaptados aos solos locais e praticamente não necessitam de insumos químicos, apresentando baixo custo de implantação e manutenção do pomar (Embrapa, 2006).

As plantas apresentam qualidades, tanto estruturais quanto funcionais, permitindo adaptações para sua sobrevivência e reprodução. As adaptações das plantas do cerrado são estabelecidas pelas condições de temperatura e sazonalidade de chuva, além do relevo e tipo de solo (Grando, 2008).

Dentre a grande variedade de espécies frutíferas nativas do cerrado, destacam-se, mangaba, araticum, gabioba, murici, cereja do cerrado, bacupari, entre outros (Durigan et al, 2004). O Brasil é o único país que possui cultivos comerciais de abacaxizeiro ornamental, ressaltando-se as variedades *A. comosus* var. *erectifolius*, *A. comosus* var. *bracteatus* e *A. comosus* var. *ananassoides* (Santos et al., 2015).

Além das variedades exploradas comercialmente, existe o *Ananas ananassoides*, popularmente conhecido como abacaxizinho do cerrado. Considerada uma planta terrestre e endêmica do cerrado, desenvolve-se, geralmente, em campos abertos sob luminosidade, em solo arenoso e clima tropical (Silva; Kurita; Tamaki, 2012). É considerada uma espécie que não apresenta complicações para se reproduzir. Está adequada aos solos pobres, arenosos e pedregosos, com limitada capacidade de reter água e pode ser cultivada em regiões semi-sombreadas ou com luminosidade intensa.

Os frutos retratam características muito rústicas (Brasil, 2016). São pequenos com coloração que varia desde o amarelo creme até o rosa mais intenso. Além de serem fibrosos, possuem altos teores de açúcares e acidez, podendo ser aproveitados como alternativa de subsistência com a produção de diversos produtos alimentícios. São conhecidos por suas propriedades medicinais em enfermidades do trato gastrointestinal (Embrapa, 2007; Garcia; Silva; Vilas Boas, 2015; Rodrigues et al., 2004).

Há poucos estudos sobre a composição nutricional da espécie *Ananas ananassoides*. Os dados obtidos da caracterização e também avaliação de germoplasma evidenciaram que é uma planta de frutos com elevados teores de açúcares, alta acidez, rica em ácido ascórbico (Vitamina C) e também elementos minerais (Brasil, 2016).

Neste contexto, objetivou-se com esta pesquisa realizar a caracterização físico-química, biocompostos e minerais do *Ananas ananassoides*, em diferentes condições de luminosidade.

REFERÊNCIAS

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos - uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade. Departamento de Conservação e manejo de espécies. **Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial. Plantas para o futuro – Região Centro-Oeste**. Brasília/DF, 2016.

DURIGAN, G. et al. **Plantas do Cerrado Paulista: Imagens de uma paisagem ameaçada**. São Paulo: Páginas e Letras, 2004, 475p.

EMBRAPA. **Frutas Nativas da Região Centro-Oeste do Brasil**. Embrapa, Brasília, 2006, 322p.

EMBRAPA. **Abacaxi em foco: abacaxi ornamental – uma riqueza a ser explorada.** Documentos 37. Cruz das Almas – BA, 2007.

FERNANDES, G. W.; COELHO, M. S.; MACHADO, R. B.; FERREIRA, M. E.; AGUIAR, L. M. de S.; DIRZO, R.; SCARIOT, A.; LOPES, C. R. Afforestation of savannas: an impending ecological disaster. **Brazilian Journal of Nature Conservation.** v. 14, p.146-151,2016.

FERREIRA, I.C.F.R; ABREU, R. M. V. Stress oxidativo, antioxidantes e fitoquímicos. **Bioanálise.** v. IV, n. 2, p. 32-39, 2007.

GARCIA, L. G. C., SILVA, E. P., VILAS BOAS, E. V. DE B. **Caracterização do abacaxi do cerrado ou ananás (*Ananas anassoides*).** In: Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças, 2015. Aracaju-SE, Anais... 2015.

GONDIM, J. A. M.; MOURA, M. F. V.; DANTAS, A. S.; MEDEIROS, R. L. S.; SANTOS, K. M. Composição Centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciências e Tecnologia de Alimentos.** v. 25, n. 4, p. 825-827, 2005.

GRANDO, C. **As adaptações das plantas às condições do cerrado brasileiro. Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas.** LGN 579. In: Seminários em Genética e Melhoramento de Plantas Departamento de Genética. Piracicaba – SP. Anais... 2008.

GUIMARÃES, A. R. A. **Produção de abacaxi: estratégias de reprodução da agricultura familiar no município de Monte Alegre de Minas (MG).** Catalão/GO: UFG, 2015. Dissertação (Mestrado) – Catalão: Universidade Federal de Goiás, 2015.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. A conservação do Cerrado brasileiro. **Mega diversidade,** v.1, n.1, p.147-155, 2005.

KUSKOSKI, R. M; ASUERO, A. G. MORALES, M. T.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural.** v. 36, n. 4, p. 1283-1287, 2006.

MALTA, L. G.; TESSARO, E. P.; EBERLIN, M.; PASTORE, G. M.; LIU, R. H. Assessment of antioxidant and antiproliferative activities and the identification of phenolic compounds of exotic Brazilian fruits. **Food Research International.** v. 53, p. 417–425, 2013.

MARQUES, L.G. **Liofilização de frutas tropicais**. São Carlos/SP: UFSCar, 2008. Tese (Doutorado) – São Paulo: Universidade Federal de São Carlos, 2008.

NASCIMENTO, K. S. **Compostos fenólicos, capacidade antioxidante e propriedades físico-químicas de méis de *Apis mellifera* do estado do Rio Grande do Sul**. São Paulo/SP: USP, 2016. 83p. Dissertação (Mestrado) – São Paulo: Faculdade de Ciências Farmacêuticas, 2016.

OCDE – FAO. Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. **Perspectivas Agrícolas no Brasil: desafios da Agricultura Brasileira 2015-2024**. 2015. 54p.

PINHEIRO, E. S.; DURIGAN, G. Diferenças florísticas e estruturais entre fitofisionomias do cerrado em Assis, S.P. Brasil. **Revista Árvore**. v.36, n.1, p.181-193, 2012.

REIS, R. C.; VIANA, E. S.; JESUS, J. L.; LIMA, L. F.; NEVES, T. T.; CONCEIÇÃO, E. A. Compostos bioativos e atividade antioxidante de variedades melhoradas de mamão. **Ciência Rural**. v.45, n.11, p.2076-2081, 2015.

REZENDE, E. G.; MURTA, N. M. G.; REZENDE, M. L.; MORAIS, N. C. J.; CONCONE, M. H. V. B. Representações socioculturais e econômicas do marolo no sul de Minas Gerais. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 14, n.1, p. 545-554, 2016.

RODRIGUES, E.T. **Frutos do Cerrado: A influência dos frutos do cerrado na diversificação da gastronomia**. Brasília/DF: Universidade de Brasília, 2004. 92p. Projeto de Pesquisa. Curso de pós-graduação em Gastronomia e Segurança alimentar, 2004.

ROSA, F. R. **Atividade antioxidante de frutos do cerrado e identificação de compostos *Bactris setosa* Mart., *Palmae* (Tucum-do-Cerrado)**. Tese (Doutorado). Brasília/DF, 2013.

ROSSATTO, D. R.; TONIATO, M. T. Z.; DURIGAN. Flora fanerogâmica não-arbórea do cerrado na estação Ecológica de Assis, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v.31, n. 3. p. 409-424, 2008 .

SANTOS, P. B.; BARBOSA, F. S.; VIEIRA, C. F.; CARVALHO, A. C. P. P. Número de explantes, meio de cultura e fotoperíodo na micropropagação de abacaxizeiro ornamental. **Revista Ciência Agrônômica**. v. 46, n.4, p. 749-754, 2015.

SARAIVA, M. E.; ALENCAR ULISSES, A. V. R. de; RIBEIRO, D. A.; OLIVEIRA, L. G. S. de; MACEDO, D. G. de; SOUSA, F. de F. S. de; MENEZES, I. R. A. de; SAMPAIO, E. V. De S. B.; SOUZA, M. M. de A. Plant species as a therapeutic resource in areas of the savanna

in the state of Pernambuco, Northeast Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**. v. 171, p. 41–153, 2015.

SILVA, C. L. **Consumo de frutas e hortaliças e conceito de alimentação saudável em adultos de Brasília**. Brasília/DF: UnB, 2011. Dissertação (Mestrado) – Brasília: Universidade de Brasília, 2011.

SILVA, M. R.; LACERDA, D. B. C. L.; SANTOS, G. G.; OLIVEIRA, D. M. M. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, p.1790-1793, 2008.

SILVA, P. P. A.; KURITA, K.; TAMAKI, V. Growth of bromeliad *Ananas ananassoides* in different concentrations of nitrogen. **Communications in Plant Sciences**. v. 2, p.109-111, 2012.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.

SIQUEIRA, M. F.; DURIGAN, G. Modelagem da distribuição geográfica de espécies lenhosas de cerrado no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**. v. 30, n. 2. p.233-243, 2007.

CAPÍTULO I – Caracterização físico-química e biocompostos de *Ananas ananassoides* cultivados em diferentes condições de luminosidade

RESUMO

Ananas ananassoides é uma planta da família Bromeliaceae, endêmica do Cerrado Brasileiro. Popularmente conhecida como ananás, ananaí, ananás-de-raposa ou também abacaxzinho do cerrado, apresenta frutos rústicos, pequenos e fibrosos. São caracterizados por elevado teor de açúcar, acidez e pequenas sementes compõem sua polpa. Estudos mostram que os frutos do cerrado apresentam boa capacidade antioxidante, porém investigações científicas que envolvem a caracterização físico-química e compostos bioativos, assim como o efeito da incidência solar nos frutos de *A. ananassoides* não foram totalmente elucidadas. Como a caracterização e uso deste fruto é pouco explorado, o objetivo deste trabalho foi avaliar em condições de luminosidade e sombreamento, os compostos bioativos (carotenoides, compostos fenólicos, vitamina C) e capacidade antioxidante, bem como as características físico-químicas do fruto. Os resultados obtidos na caracterização dos frutos em condições de luminosidade e sombreamento, respectivamente, foram: pH (3,35 / 3,24) umidade (75,76/ 74,35 %), sólidos solúveis (19,0/ 19,0 °Brix), acidez titulável (1,064/ 1,146 %) e carotenoides totais (1,53 e 0,60 µg β-caroteno / g polpa), compostos fenólicos (186,93 e 100,58 mg GAE / 100 g de polpa), vitamina C (259,91 e 37,30 mg de vitamina C / 100 g de polpa) e capacidade antioxidante (5,85 e 6,10 µM de Trolox / g de polpa) de *Ananas ananassoides*. Resultados da determinação de compostos fenólicos por HPLC, para o extrato de *A. ananassoides* em condições de luminosidade e sombreamento respectivamente, mostraram o maior destaque para o ácido cafêico (16,85 e 19,63 mg/ Kg), catequina (15,26 e 16,58 mg/ Kg) e cafeína (18,89 e 18,87 mg/ Kg).

Palavras-chave: abacaxi silvestre, abacaxi do cerrado, substâncias bioativas, compostos fenólicos, efeito da luz solar.

1 INTRODUÇÃO

Os frutos do gênero *Ananas*, comumente conhecido como abacaxi, que em tupi-guarani significa fruta cheirosa, pertence à família Bromeliaceae, com subclasse das monocotiledônias (Embrapa, 2002).

A espécie *Ananas ananassoides*, fruto endêmico do Cerrado Brasileiro, é popularmente conhecido como abacaxi-do-cerrado, ananás, ananaí e/ou ananás-de-raposa. Representante da subfamília Bromelioideae, o *A. ananassoides* é uma bromélia terrestre com

folhas radicais, em feixe, com presença de espinhos na borda. É composto por frutos fibrosos e pequenos, podendo medir até 15 cm de comprimento. Possuem altos teores de açúcares e acidez, além das grandes quantidades de sementes (Embrapa, 2006; Crestani et al., 2010).

Seu desenvolvimento é predominante de áreas com exposição à luminosidade, ou sob a sombra da copa das árvores, características, portanto, de campo sujo, cerrado e cerradão (Anastácio; Santana, 2010). As bromélias possuem uma grande capacidade de adaptação, desenvolvendo-se em vários tipos de habitat, desde ambientes com sombreamento total até mesmo aqueles ambientes onde são expostas ao sol pleno (Embrapa, 2006), mesmo sendo a luz fator indispensável para a sobrevivência das plantas, cada espécie necessita de uma quantidade particular de luz oferecida pelo ambiente para que suas qualidades morfológicas sejam mantidas em adequadas condições (Fernandes, 2013).

Em relação ao seu valor nutricional, há poucos estudos referentes à composição de nutrientes desse fruto. Segundo Vieira et al. (2010), o *A. ananassoides* pode apresentar composição química semelhante ao *Ananas comosus*, uma vez que ambos são geneticamente próximos, sendo necessários mais estudos para esta espécie. Os dados de caracterização e avaliação de germoplasma evidenciam que esta espécie apresenta frutos com elevados teores de açúcares, alta acidez e, provavelmente, rica em ácido ascórbico (vitamina C) e também elementos minerais (Brasil, 2016).

Tampouco se conhece sobre seus frutos colhidos em diferentes condições de luminosidade.

Assim, a caracterização deste fruto silvestre, sem cultivo comercial, faz-se necessária para que o conhecimento de alimentos do cerrado potencialmente nutritivos possam disseminar, despertando interesses e acarretando no surgimento de novos trabalhos que mostrem a vasta riqueza dos frutos brasileiros. No momento, o acesso à estas frutas não

convencionais é uma alternativa apenas para as comunidade presente em regiões onde há sua predominância.

Neste contexto, a fim de obter dados sobre as características e avaliar a composição nutricional do *Ananas ananassoides*, o objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização físico-química e de biocompostos deste fruto silvestre em diferentes condições de luminosidade.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

As análises físico-químicas e de biocompostos foram realizadas no Laboratório de Engenharia de Processos da Faculdade de Ciências e Letras da UNESP, campus de Assis/SP. A quantificação dos compostos fenólicos por HPLC foi realizada no Laboratório da UNILA – Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu-PR. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

2.1 Matéria-prima

Os frutos foram coletados no cerrado da Estação Ecológica existente no município de Assis, região sudoeste do Estado de São Paulo, Brasil, distante cerca de 12 Km da sede do município, localizado a 22°35'36" de latitude Sul e 50°24'56" de longitude Oeste. O clima desta região, conforme a classificação climática de Koppen, é definido como Cwa (clima subtropical de inverno seco) e Cfa (clima subtropical com verão quente). A temperatura média anual é de 21.8 °C.

A vegetação da Estação Ecológica de Assis caracteriza-se como Cerrado *sensu lato*, predominando a fisionomia cerradão, isto é, com cobertura florestal formada pela copa das

árvores. Geralmente a altura média do estrato arbóreo varia de 8 a 15 metros, promovendo condições de luminosidade que favorecem à formação de estratos arbustivos e herbáceo distintos. Assim sendo, os frutos foram coletados nessa região, em alguns havendo a incidência de luz solar e em outros havendo a predominância de sombreamento.

Após a coleta, os frutos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes e levados ao Laboratório de Engenharia de Processos da Unesp, campus Assis-SP, respeitando as condições em que foram colhidos. Foram higienizados em água corrente, sanitizados com hipoclorito de sódio (50 ppm), pesados em balança analítica (Shimadzu AUX 220) e aferidos o diâmetro e comprimento (paquímetro Western PRO – Digital Caliper). Partes dos frutos foram armazenadas inteiras, enquanto outras foram submetidas ao despulpamento. As cascas e polpas dos frutos foram armazenadas a 10 °C, enquanto as sementes ficaram armazenadas em temperatura ambiente (aproximadamente 22 °C) (Figura 1).

Figura 1: *A. ananassoides*



2.2 Preparo do extrato para as análises de Compostos Fenólicos e Capacidade Antioxidante Total pela Captura do Radical Livre ABTS

Os extratos foram preparados de acordo com Barreto; Bessani; Mercadante (2009) com modificações. Foram adicionados cerca de 40 mL de solução etanol/água (40% v/v) a 10g de cada amostra, previamente triturada em mixer, seguida de agitação magnética por aproximadamente 1 hora, em temperatura ambiente. Posteriormente, a mistura foi filtrada a vácuo e lavada com aproximadamente 20 ml da solução restante de etanol/água (20% v/v). Estas etapas foram realizadas por mais duas vezes, com 20 mL adicionais de etanol/água. Os três filtrados foram misturados e transferidos para um balão volumétrico âmbar de 100 mL. Em seguida, a solução foi centrifugada a 2000 g por 20 minutos e o sobrenadante foi retirado e mantido em freezer (extrato). Nos extratos, obtidos em duplicata, foram realizadas as análises de compostos fenólicos totais e capacidade antioxidante, todos em triplicata.

2.3 Preparo do extrato para a quantificação de Compostos Fenólicos por HPLC

Foram adicionados cerca de 100 ml de solução etanol/água (40% v/v) a 10 g de polpa do fruto. Em seguida, a polpa dos frutos com a solução etanólica, foi colocada no shaker a 1300 rpm por 2 horas, em temperatura ambiente. Logo, esta solução seguiu para o rota evaporador a 50 °C durante 1 hora e 30 minutos, a fim de obter o extrato, o qual foi acondicionado em eppendorf e enviado para análise.

2.4 Determinações físico-químicas da matéria-prima

A caracterização físico-química da polpa foi realizada segundo as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (Instituto Adolfo Lutz, 1985) e da Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1996).

2.4.1 Determinação do pH

O pH foi determinado por leitura direta com potenciômetro (mPA 210 – MS Tecnopon Instrumentação), na polpa do fruto cultivado em diferentes condições de luminosidade.

2.4.2 Determinação da umidade

A determinação da umidade foi realizada por secagem em estufa com circulação de ar (Nova Ética) a 80 °C por 24 horas ou até peso constante (AOAC, 1996).

2.4.3 Determinação de sólidos solúveis

Os sólidos solúveis foram obtidos pela de leitura direta, da polpa do fruto, em refratômetro de bancada e os resultados expressos em °Brix.

2.4.4 Acidez titulável

A acidez titulável, em ácido cítrico, foi determinada por titulometria com solução de NaOH 0,1 N, de acordo com o método descrito por Instituto Adolfo Lutz (1985).

2.4.5 Determinação de cinzas

As cinzas foram determinadas conforme método da AOCS (2003) – Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society. Baseou-se na determinação do resíduo inorgânico resultante da queima da matéria orgânica. O teor de cinzas das amostras foi calculado conforme Equação 1.

$$\%Cinzas = ((A - B) / C) \times 100$$

Onde:

A é o peso do cadinho + resíduo inorgânico, B é o peso do cadinho vazio e C é o peso da amostra.

2.4.6 Determinação de lipídios

Os lipídios foram determinados pelo Método de Soxhlet, conforme referência AOCS (2003). Esta análise foi aplicada em amostras da polpa do *A. ananassoides*, onde foram pesadas e envolvidas em papel, formando um cartucho, o qual foi levado ao extrator conectado a um balão volumétrico, contendo éter de petróleo. O equipamento foi ligado, ficando cada amostra por 5 horas. Após este período, o solvente extrator contendo o óleo extraído foi acondicionado em balão de fundo chato e levado ao evaporador rotativo para a evaporação do éter de petróleo a 60 °C, obtendo assim o óleo extraído da polpa da fruta. O teor de lipídios foram quantificados através da Equação 2.

$$\%Lipídios = ((P2 - P1) / P) \times 100$$

Onde:

P_1 é o peso do balão (g), P_2 é o peso do balão com a matéria graxa extraída (g) e P é o peso da amostra (g).

2.5 Análises dos Biocompostos

2.5.1 Ácido Ascórbico

A quantificação da vitamina C foi realizada por titulometria, conforme metodologia da AOAC (1996) modificada por Bessani e Antunes (1998), usando o reagente 2,6-diclorofenol indofenol sódio (DCFI). As análises foram realizadas em triplicata. Os resultados foram apresentados em mg por 100 g de polpa de fruta (mg/ 100g).

2.5.2. Carotenoides totais

Os carotenoides totais foram determinados de acordo com a metodologia de Rodriguez-Amaya (1999), que consistiu na extração de carotenóides com celite e acetona, seguida da separação dos carotenóides em éter de petróleo. A solução foi submetida a leitura no espectrofotômetro (Biospectro SP-220) em comprimento de onda de 450 nm. A concentração de carotenóides foi calculada conforme Equação 3.

$$Ct (\mu\text{g/g}) = A \times V \times 10^4 / E_{1\text{cm}}^{1\%} \times m$$

Onde A é a absorvância no pico máximo de absorção, V é o volume final da amostra (mL) e m é a massa da amostra (g), $E_{1\text{cm}}^{1\%}$ é o coeficiente de extinção (β -caroteno = 2592 em éter de petróleo, segundo Isler et al, 1956)

2.5.3. Capacidade antioxidante

A capacidade antioxidante dos extratos foi avaliada utilizando o radical ABTS (2,2'-azino-bis(ácido 3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico;)) de acordo com Rufino et al. (2010). O ABTS (Sigma - Aldrich) foi preparado a partir da reação de uma solução de ABTS (7 mM de concentração final) com uma solução de persulfato de potássio (140 mM de concentração final, Sigma - Aldrich). Esta mistura foi mantida no escuro a temperatura ambiente durante 16 horas. Após este tempo, foi realizada diluição e leitura em espectrofotômetro a 734 nm até absorvância de 0,7 ($\pm 0,05$). Trinta μL de amostra (foram preparadas cinco diluições de extrato, em triplicata) ou padrão Trolox (100-2000 M, Sigma Aldrich) foi transferida para tubos de ensaio e misturada com 3,0 mL de o radical ABTS. A leitura de absorvância foi realizada em espectrofotômetro a 734 nm após 6 minutos da adição do radical ABTS nas reações. Os resultados foram expressos como μM equivalente Trolox (TE) por g de matéria seca ($\mu\text{M TE} / \text{g ms}$).

2.5.4. Compostos fenólicos

O conteúdo de compostos fenólicos totais foi obtido por meio de ensaios colorimétricos, conforme descrito por Singleton e Rossi (1965), utilizando o reagente de Folin-Ciocalteu (Sigma - Aldrich), e a absorvância medida a 725 nm. Para a reação colorimétrica, em uma alíquota de 100 μL da solução do extrato foi adicionado 0,5 mL do reagente de Folin

-Ciocalteau, deixada em repouso durante 3 minutos, e, em seguida, 2,0 mL de 15% de Na_2CO_3 foi adicionada, sendo o volume ajustado para 10,0 mL com água destilada. O conteúdo de compostos fenólicos totais foi determinado utilizando uma curva padrão preparada com ácido gálico e expressa como miligramas equivalentes de ácido gálico (GAE) por 100 g de matéria seca (mg GAE / 100g ms).

2.5.5 Determinação de compostos fenólicos por Cromatografia Líquida de Alto Desempenho (HPLC)

2.5.5.1. Preparo de amostras:

Os padrões foram solubilizados em solução metanol:água 40% (v/v). Dos treze padrões fornecidos, a quercetina e a rutina não eram totalmente solúveis na solução de metanol 40%. Desta forma, para ajudar na solubilidade, utilizou-se gotas de DMF (Dimetilformamida). As amostras também foram solubilizadas em solução metanol:água 40% (v/v).

2.5.5.2 Quantificação de compostos fenólicos por HPLC

A cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC-DAD/UV-Vis), foi realizada conforme a metodologia de Belmiro; Pereira; Paim (2017), com algumas modificações. No experimento foi utilizada uma coluna de fase reversa ACE 5 (C18, 250 x 4,6 mm) cuja temperatura foi mantida a 35 °C para a separação cromatográfica. Na fase móvel foi utilizado solvente A- solução aquosa 0,1% em ácido fórmico (v/v) e solvente B - acetonitrila, sendo um gradiente de 0 a 10 min de 8% para 40% de B, 10 a 22 min de 40% para 25% de B, 22 a 25

min de 25% para 8% de B. Os ácidos fenólicos e flavonóis são geralmente detectados em comprimentos de onda variando de 276-360 nm. Foram preparadas 7 pontos para a curva analítica dos 13 padrões utilizados, com concentrações variando de 0,05 a 10 µg/L. No entanto, como as concentrações das amostras não superaram 5 µg/L, o ponto de 10 µg/L foi eliminado da curva. O ponto da quercetina 0,5 µg/L também foi eliminado devido a falta de ajuste da curva. A taxa de fluxo foi ajustada para 1,2 mL / min. Foram aplicados os ácidos fenólicos (ácido gálico, ácido cafêico, ácido p-coumárico, ácido ferúlico, ácido seríngico, ácido vanílico, ácido p-cinâmico) e flavonóis (teobromina, catequina, cafeína, rutina, naringina, quercetina). Para a análise por HPLC, os compostos fenólicos foram identificados comparando seus tempos de retenção com os padrões puros (Granato et al., 2011).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização biométrica dos frutos

Foram analisados 31 frutos, sendo 15 colhidos sob luminosidade e 16 sob sombreamento. Os valores médios dos parâmetros biométricos (Tabela 1) foram 95 e 74 g de peso, 89,60 e 81,95 mm de comprimento e 42,60 e 44,08 mm de diâmetro, considerando os frutos colhidos sob luminosidade e sombreamento, respectivamente. Segundo Thé et al. (2010), o peso do abacaxi pode ser afetado pelas diferentes condições climáticas, pelo sistema de produção, densidade de plantio, adubação e irrigação implantados, variando-se de região para região. Assim, considerando essa afirmativa, todo o sistema que envolve a produção de frutíferas influencia na qualidade, desenvolvimento e crescimento dos frutos.

Na Tabela 1 pode ser observado que não há diferenças significativas entre as medidas peso, comprimento e diâmetro entre os frutos *A. ananassoides* avaliados em diferentes condições de luminosidade.

Tabela 1. Valores médios dos parâmetros biométricos (peso, comprimento e diâmetro) dos frutos *A. ananassoides* em diferentes condições de luminosidade.

Medidas	Luminosidade	Sombreamento
Peso (g)	95,00 ± 33,40 ^a	74,00 ± 29,40 ^a
Comprimento (mm)	89,60 ± 18,80 ^a	81,95 ± 14,40 ^a
Diâmetro (mm)	42,60 ± 5,73 ^a	44,08 ± 6,16 ^a

Médias ± DP seguidos por letras iguais na mesma linha não são significativamente diferentes (p>0,05)

3.2 Caracterização físico-químicas e biocompostos de polpas das espécies de abacaxi *A. ananassoides*, cultivados em condições de luminosidade e sombreamento

Os resultados físico-químicos, dos biocompostos e da atividade antioxidante da espécie de *A. ananassoides*, em diferentes condições de luminosidade, estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Análises das características físico-químicas, biocompostos e atividade antioxidante dos frutos *A. ananassoides* em diferentes condições de luminosidade.

Parâmetros	Luminosidade	Sombreamento
Umidade (%)	75,76 ± 0,08 ^a	74,35 ± 0,03 ^a
pH	3,35 ± 0,03 ^a	3,24 ± 0,11 ^a
Sólidos solúveis (SS) (%)	19,00 ± 4,03 ^a	19,00 ± 4,03 ^a
Acidez total titulável (ATT) (g ácido cítrico/100g)	1,06 ± 0,03 ^a	1,14 ± 0,13 ^a
Ácido ascórbico (mg/100g)	259,91 ± 27,28 ^a	37,30 ± 2,25 ^b
Compostos fenólicos (mg GAE/100g ms)	186, 93 ± 5,22 ^a	100,58 ± 11,13 ^a
Carotenóides totais (µg β-caroteno/g)	1,53 ± 0,82 ^a	0,60 ± 0,09 ^a
Capacidade antioxidante (µM TE/g)	5,85 ± 2,28 ^a	6,10 ± 2,46 ^a
Cinzas (%)	2,29 ± 0,04 ^a	2,28 ± 0,01 ^a
Lipídios (%)	1,89 ± 0,05 ^a	2,41 ± 0,13 ^a

Médias ± DP (desvio padrão) na mesma linha, seguidos por letras iguais não são significativamente diferentes ($p > 0,05$). Médias ± DP (desvio padrão) na mesma linha seguidos por letras distintas são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Os dados obtidos de umidade, pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), ácido ascórbico, compostos fenólicos, carotenóides totais e capacidade antioxidante dos frutos silvestres de *Ananas ananassoides* cultivados em ambientes de luminosidade e sombreamento, foram comparados com os obtidos da espécie *Ananas comosus*. O pH não apresentou variação quando comparado com os trabalhos realizados por Chakraborty; Mishra (2015) (3,48), Assous; Saad; Dyab (2014) (3,86). O teor de umidade foi inferior aos encontrados por Assous; Saad; Dyab (2014) (88,7%) e Sharma et al. (2016), (85,79%). Considerando que quanto maior o teor de água, maior é a perecibilidade do fruto, este resultado indica que os frutos de *Ananas ananassoides* podem ter uma vida de prateleira superior ao *Ananas comosus*.

A polpa do abacaxi silvestre apresentou elevado teor de sólidos solúveis (19%), valor superior ao verificado por Assous; Saad; Dyab (2014) (9,5%) e Chakraborty; Mishra (2015) (12,8 %). O teor de sólidos solúveis é um parâmetro de grande importância tanto para o consumo *in natura* como para o processamento industrial, uma vez que teores elevados na matéria-prima implicam em menor adição de açúcares, menor tempo de evaporação da água, menor gasto de energia e maior rendimento do produto, resultando em maior economia no processamento (Pereira et al., 2012). Segundo Thé et al. (2010), frutos que amadurecem quando há baixa luminosidade, demonstram menores teores de açúcar se comparados com frutos que receberam alta luminosidade, sendo que alto suprimento de água também reduz os valores de açúcares. Essa afirmação entra em contradição com os valores obtidos pelas análises dos frutos de *A. ananassoides*, pois não foi verificada diferença em relação ao teor de açúcar, considerando os frutos em diferentes condições de luminosidade.

A acidez total titulável, outro atributo importante na determinação da qualidade do fruto, foi superior ao valor encontrado por Chakraborty; Mishra (2015) (0,56 g ácido cítrico/100g), para a espécie *Ananas comosus*, variedade comercial.

O teor de ácido ascórbico encontrado no *A. ananassoides* em condições de luminosidade foi mais de quatro vezes superior aos valores obtidos por Chakraborty; Mishra (2015) (54,0 mg/100g), e semelhante ao obtido por Assous; Saad; Dyab (2014) (37,79 mg/100g) quando comparado com o valor obtido do *A. ananassoides* em condições de sombreamento (37,30 mg/100g). Comparando com outros frutos do cerrado, o *A. ananassoides* em condições de luminosidade apresentou maior teor de ácido ascórbico do que a cagaita, chichá e macaúba (Tabela 3). O ácido ascórbico é encontrado em frutos frescos, sendo uma substância de grande valor para a nutrição humana, pois exerce funções biológicas associadas ao sistema imune, também está relacionado à formação de colágeno, absorção de ferro, inibição de nitrosaminas (compostos com potencial carcinogênicos) e atividade

antioxidante. Pode ser produzido sinteticamente e é amplamente utilizado pela indústria alimentícia pelo papel antioxidante que desempenha (Silva; Martins; Deus, 2009).

Em relação aos compostos fenólicos, o resultado obtido foi também bem superior ao obtido por Moraes et al. (2015) (197,87 mg GAE/100g, em base seca). Já a atividade antioxidante foi superior ao valor obtido no estudo de Prado (2009) (2,62 μ Mtrolox/g de polpa).

O valor obtido de cinzas na espécie *A. ananassoides* em diferentes condições de luminosidade foi maior quando comparado com outros frutos do cerrado, representados na Tabela 3, como a banha de galinha (0,54%) e a lobeira (0,58%). Conforme Krumreich et al. (2015), o teor de cinzas varia em função do local onde as plantas foram cultivadas e também em relação a composição do solo. O conteúdo de lipídios do abacaxi silvestre em condições de luminosidade e sombreamento também foi maior quando comparado com os frutos araticum (0,77%), banha de galinha (0,46%), e lobeira (0,40%) (Tabela 3). Os lipídios são nutrientes considerados fonte de energia, fornecendo ao organismo 9,0 kcal (quilocalorias) (Chiu; Gioielli; Grimaldi, 2008), além de realizam absorção das vitaminas lipossolúveis A, D, E e K, (Krumreich et al., 2015).

Tabela 3. Ácido ascórbico, cinzas e lipídios de outros frutos do cerrado.

Frutos	Ácido ascórbico (mg/100g)	Cinzas (%)	Lipídios (%)
Araticum (<i>Annona crassiflora</i> Mart.)	-	3,22 ± 0,73**	0,77 ± 0,01**
Banha de Galinha (<i>Swartzia Langsdorffii</i>)	-	0,54 ± 0,10**	0,46 ± 0,15**
Cagaita (<i>Eugenia dysenterica</i> DC.)	126,3 ± 45,8*	-	-
Cajuí (<i>Anacardium occidentale</i> L.)	500,0 ± 89,7*	-	-
Chichá (<i>Sterculia striata</i>)	89,3 ± 9,8*	-	-
Jatobá (<i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart.)	330,4 ± 61,5*	-	-
Lobeira (<i>Solanum grandiflorum</i>)	-	0,58 ± 0,23**	0,40 ± 0,05**
Macaúba (<i>Acrocomia aculeata</i> (Jacq.)	185,1 ± 14,8*	-	-

*Rocha et al, 2013 / ** Roesler, 2007

3.3 Compostos fenólicos por HPLC- High Performance Liquid Chromatography (Cromatografia Líquida de Alta Performance)

Os compostos fenólicos são estruturas químicas formadas por hidroxilas e anéis aromáticos, podendo se apresentar na forma simples ou de polímeros, conferindo assim,

propriedades antioxidante (Angelo e Jorge, 2007). Atuam como antioxidantes, pois apresentam capacidade em ceder hidrogênio ou elétrons, além de apresentar radicais intermediários estáveis, o que torna impossível a oxidação de vários compostos do alimento, especialmente os lipídios (Silva et al., 2010). Consistem em dois grupos, derivados do ácido hidroxibenzóico, que incluem os ácidos gálico, p- hidroxibenzóico, protocatecuico, vanílico, siríngico, e derivados do ácido hidroxicinâmico, que são os compostos aromáticos com três carbonos formando uma cadeia lateral, como os ácidos caféico, ferúlico, p-cumárico e sináptico (Angelo e Jorge, 2007).

Pela análise de HPLC (High Performance Liquid Chromatography) pôde-se obter a composição de compostos fenólicos do *A. Ananassoides* em diferentes condições de luminosidade, para assim, caracterizar e conhecer as suas propriedades, conforme mostra a Tabela 4, representa a comparação entre as médias apresentadas entre os frutos em condições de luminosidade e sombreamento.

Tabela 4. Teores de compostos fenólicos em mg/Kg em amostras de *A. Ananassoides* do Cerrado de Assis/SP em diferentes condições de luminosidade.

Compostos fenólicos	Luminosidade	Sombreamento
Ácido gálico	6,81±0,34	8,31±0,76
Teobromina	nd	4,03±0,19
Catequina	15,26±1,53	16,58±2,07
Cafeína	18,89±0,57	18,73±0,71
Ácido caféico	16,85±0,42	19,63±1,17
Ácido seringico	1,23±0,12	5,86±1,43
Ácido vanílico	5,31±0,33	4,57±0,48
Rutina	nd	10,77±0,86
Ácido p-coumárico	7,25±0,21	3,56±0,23
Naringina	7,47±0,44	t
Ácido ferúlico	nd	t
Quercetina	nd	nd
Ácido p-cinâmico	4,21±0,23	9,82±0,65

nd – não detectado / t - detectado mas não quantificado.

Os compostos fenólicos teobromina e rutina não foram detectados nos frutos em condições de luminosidade, sendo apenas quantificado em condições de sombreamento. Já a naringina foi somente quantificada no fruto em condições de luminosidade. Os compostos fenólicos ácido ferúlico e quercetina não foram encontrados nos frutos cultivados nas diferentes condições de luminosidade.

Notou-se que a cafeína se destacou nos frutos tanto em condições de luminosidade como também sob sombreamento. A catequina e o ácido cafêico se destacaram no fruto em condições de sombreamento. Conforme Vieira et al. (2011), os teores dos compostos fenólicos podem apresentar influência pela maturação, espécie e estágio de crescimento do fruto, práticas de cultivo, origem geográfica, método de colheita e armazenamento dos frutos. Faller e Fialho (2009) também descrevem que o conteúdo de polifenóis em alimentos pode sofrer variações de acordo com a região geográfica de plantio, variação à exposição solar, método em que foram cultivados, entre outros.

É importante, quando se refere a compostos químicos, considerarmos a sua biodisponibilidade, pois para que o organismo obtenha seus efeitos benéficos, isto é, para que ocorra a atividade biológica, estes devem atingir o alvo fisiológico para que haja sua ação. A ingestão diária de substâncias bioativas não necessariamente reflete a dose em que atingirá o alvo fisiológico, pois diversos fatores podem provocar mudanças em sua biodisponibilidade, como a complexidade do alimento, a forma química e estrutura do composto, além da quantidade de outros compostos que também foram consumidos em um mesmo momento. Deve-se considerar também o período em que o alimento provido de substâncias bioativas ficará no trato gastrointestinal, além de outros fatores endógenos. Dessa forma entende-se a relação entre o consumo diário de alimentos que são providos de compostos fenólicos (alguns gramas/dia) e suas baixas concentrações no organismo (Oliveira e Bastos, 2011).

Segundo Arbos et al. (2010), a qualidade da ação antioxidante presente nas substâncias bioativas é fator dependente da estrutura química e sua quantidade nos alimentos. Conforme Faller e Fialho (2009) a quantidade de polifenóis em frutas e verduras é importante para identificar a composição nutricional dos alimentos e seus benefícios quanto a prevenção de doenças, sendo a recomendação de consumo, segundo a Food and Agriculture Organization (FAO) de frutas, verduras e legumes é de 400 g ao dia.

Com base nos resultados obtidos nos extratos de abacaxi *A. ananassoides*, os polifenóis identificados foram: ácido vanílico (hepatoprotetor; Bataglioni, 2015), ácido gálico (fator antitumoral; Locatelli, 2009), teobromina, catequina (potente antioxidante, antiinflamatório e agente antimicrobiano), cafeína, ácido cafêico (atividade anticancerígena; Angelo e Jorge, 2007), ácido serínico (hepatoprotetor; Bataglioni, 2015), cumárico (prevenção de doenças como, câncer de cólon e doenças cardiovasculares; Santos et al., 2010), naringina, ácido ferúlico (ação anti-inflamatório e efeito fotoprotetor; Santos et al., 2010), rutina e quercetina (atividade anticancerígena; Angelo e Jorge, 2007). A capacidade antioxidante dos ácidos fenólicos pode ser melhorada ou também reduzida de acordo com sincronismos entre os mesmos compostos ou com outros. Essas interações sinérgicas ou antagônicas podem ocasionar mudanças nesta capacidade antioxidante, mas são necessários mais estudos para que se possa explicar melhor essas reações. (López-Martínez et al., 2015).

De acordo com Bataglioni et al. (2015), o principal composto fenólico identificado no extrato do abacaxi *A. comosus* foi o ácido p-cumárico. Saikia; Mahnot e Mahanta (2016) identificaram, na mesma espécie de fruto, ácido gálico, ácido clorogênico, ácido cafêico e quercetina.

No estudo realizado por Bataglioni et al. (2015), o ácido cumárico (15,68 mg/Kg) encontrado na espécie *A. Comosus* apresentou valor superior se comparado com a espécie *A. Ananassoides* em diferentes condições de luminosidade (7,25 e 3,56 mg/Kg luminosidade e

sombreamento, respectivamente). O valor obtido do ácido cafêico no abacaxi comercial *A. comosus* (6,65 mg/Kg) foi inferior ao encontrado na espécie de abacaxi silvestre em condições de luminosidade e sob sombreamento, respectivamente (16,85 e 19,63 mg/Kg), sendo que o resultado maior está no *A. ananassoides* em condições de sombreamento, mesmo não apresentando diferença significativa entre o fruto em condições de luminosidade. O ácido ferúlico (14,74 mg/Kg) foi encontrado no estudo de Bataglioni et al. (2015), porém no fruto em estudo não foi detectado em condições de luminosidade, sendo detectado, mas não quantificado no fruto sob sombreamento. Enquanto a quercetina foi detectada no *A. Comosus* (0,76 mg/Kg), mas não mostrou-se presente na espécie silvestre de abacaxi. Os resultados citados por Saikia; Mahnot; Mahanta (2016) para a espécie *A. comosus*, mostraram valores de ácido gálico (4120 mg/kg) superior aos valores apresentados pelo *A. Ananassoides* (6,81 e 8,31 mg/Kg luminosidade e sombreamento, respectivamente). O ácido cafêico presente na espécie *A. Comosus* (9,2 mg/kg) foi inferior ao encontrado na espécie *A. Ananassoides* em condições de luminosidade e sombreamento (16,85 e 19,63 mg/Kg, respectivamente). Já os ácidos serínico, cumárico, ferúlico, rutina e catequina não foram detectados pelo estudo apresentado por Saikia; Mahnot e Mahanta (2016), mas obteve valor para a quercetina (10,6 mg/Kg), enquanto que na espécie *A. ananassoides* este biocomposto não foi detectado.

Diante dos estudos realizados com a espécie *A. comosus*, comparando-se com a espécie *A. ananassoides*, este mostrou-se com valor superior para o ácido cafêico, considerando o fruto em diferentes condições de luminosidade. Destacando-se também os compostos cafeína e catequina para o fruto em diferentes condições de luminosidade e sombreamento e a rutina detectada somente no fruto sob sombreamento. Segundo Siqueira et al. (2013), os compostos bioativos estão presentes em pequenas quantidades nas plantas, porém podem exercer múltiplas ações no corpo humano como antioxidantes, anti-hipertensivos, anti-inflamatórios e até mesmo antimutagênicos.

A rutina não foi detectada no fruto sob condições da luz, somente teve valor apresentado no fruto em condições de sombreamento. Este fato pode ser explicado pelos diversos fatores exógenos ao qual o fruto é submetido, como radiação solar, raios UV (ultra violeta), fatores climáticos, como períodos mais secos ou chuvosos. Esses fatores abióticos provocam mudanças no metabolismo e também na produção destes compostos. (Becho et al., 2009). A rutina apresenta diversas atividades biológicas, como, anticarcinogênica, além de melhorar os sintomas de insuficiência dos vasos linfáticos e venosos relacionados com doenças hemorrágicas ou hipertensão, auxiliando a resistência e permeabilidade da parede desses vasos. (Becho et al., 2009).

As plantas do cerrado estão adaptadas ao solo e as próprias condições climáticas . Acredita-se que podem ter desenvolvido propriedades moleculares de defesa, os biocompostos, sendo eficazes contra a ação de radicais livres.

4 CONCLUSÃO

O presente estudo pôde caracterizar o abacaxi do cerrado em diferentes condições de luminosidade. É considerado um fruto com alta acidez, apresentando baixa umidade e altas concentrações de sólidos solúveis. A análise dos compostos fenólicos por HPLC identificou importantes componentes, como ácido cafêico, cafeína e catequina, apresentados pelas espécies em condições diferenciadas de luminosidade e em condições de sombreamento destacou-se o composto fenólico rutina. Em comparação ao abacaxi cultivado comercialmente, os compostos fenólicos obtidos apresentaram valores superiores. O fruto em condições de luminosidade apresentou elevado teor de ácido ascórbico em comparação ao fruto em condições de sombreamento, mostrando-se com potencial antioxidante. Assim, esta

espécie de abacaxi silvestre, *A. ananassoides*, pode ser considerado um fruto de alta qualidade e valor nutricional, com um grande potencial para ser explorado

5 REFERÊNCIAS

ANASTÁCIO, M. R.; SANTANA, D. G. Características germinativas de sementes de Ananas ananassoides (Baker) LB Sm.(Bromeliaceae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**. v. 32, n. 2, p. 195-200, 2010.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos - uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.

AOAC. **Official methods of analysis of AOAC international**. 16th ed. Gaithersburg: AOAC international, 1141p, 1996.

AOCS. **Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society**. Champaign: AOCS, 2003.

ARBOS, K. A.; FREITAS, R. J. S. de; STERTZ, S. C.; DORNAS, M. F. Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n.2, p.501-506, 2010.

ASSOUS, M. T. M.; SAAD, E. M. S.; DYAB A. S. Enhancement of quality attributes of canned pumpkin and pineapple. **Annals of Agricultural Science**. v. 59, n. 1, p. 9-15, 2014.

BATAGLION, G. A.; SILVA, F. M. A.; EBERLIN, M. N.; KOOLEN, H. H. F. Determination of the phenolic composition from Brazilian tropical fruits by UHPLC–MS/MS. **Food Chemistry**. v. 180, p. 280-287, 2015.

BARRETO, G.P.M.; BENASSI, M.T.; MERCADANTE, A.Z. Bioactive compounds from several tropical fruits and correlation by multivariate analysis to free radical scavenger activity. **Journal of the Brazilian Chemical Society**. v. 20, p. 1856-1861, 2009.

BECHO, J. R. M.; MACHADO, H.; GUERRA, M. O. Rutina – estrutura, metabolismo e potencial farmacológico. **Revista Interdisciplinar de Estudos Experimentais**. v. 1, n. 1, p. 21 - 25, 2009.

BELMIRO, T.M.C.; PEREIRA, C.F.; PAIM, A.P.S. Red wines from South America: Content of phenolic compounds and chemometric by origin. **Microchemical Journal**. v. 133, p. 114-120, 2017.

BESSANI, M. T.; ANTUNES, A. J. A comparison of meta-phosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 31, n. 4, p. 507-513, 1998.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Biodiversidade. Departamento de Conservação e manejo de espécies. **Espécies Nativas da Flora Brasileira de Valor Econômico Atual ou Potencial. Plantas para o futuro – Região Centro-Oeste**. Brasília/DF, 2016.

CHAKRABORTY, S., RAO, P. S., MISHRA, H. N. Effect of combined high pressure-temperature treatments on color and nutritional quality attributes of pineapple (*Ananas comosus* L.) puree. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**. v. 28, p. 10-21. 2015.

CHIU, M. C.; GIOIELLI, L. A.; GRIMALDI, R. Lipídios estruturados obtidos a partir da mistura de gordura de frango, sua estearina e triacilgliceróis de cadeia média. I- Composição em ácidos graxos e em triacilgliceróis. **Química Nova**. v.31, n.2. p. 232-237, 2008.

CRESTANI, M.; BARBIERI, R. L.; HAWERROTH, F. J.; CARVALHO, F. I. F.; OLIVEIRA, A. C. Das Américas para o Mundo - origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro. **Ciência Rural**, v. 40, n. 6, p. 1473-1483, 2010.

EMBRAPA. **Catálogo de caracterização e avaliação de germoplasma do abacaxi**. Embrapa, Brasília, 2002, 52p.

EMBRAPA. **Frutas Nativas da Região Centro-Oeste do Brasil**. Embrapa, Brasília, 2006, 322p.

FALLER, A. L. K.; FIALHO, E. Disponibilidade de polifenóis em frutas e hortaliças consumidas no Brasil. **Revista Saúde Pública**, v.43, n.2, p. 211-218, 2009.

FERNANDES, G. P. Plantas ornamentais, luminosidade e clima: uma complexa relação – O caso da *Canna Índica*. **Revista Especialize On-line IPOG**. v. 1, n. 5, p. 1-22, 2013.

GRANATO, D.; NUNES, D.S. **Análises Químicas, Propriedades Funcionais e Controle da Qualidade de Alimentos e Bebidas**. São Paulo: Elsevier, 2011, 576p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas: métodos químicos e físicos de análises de alimentos**. 3. ed. São Paulo, 1985. v. 1, 533p.

ISLER, O.; LINDLAR, H.; MONTAVON, M.; RUEGG, R.; SAUCY, G; ZELLER, P. Synthesen in der Carotinoid-Reihe Mitteilung. Totalsynthese von Zeaxanthin und Physalien. v. 39, 1956.

KRUMREICH, F. D.; CORRÊA, A. P. A.; SILVA, S. D. S.; ZAMBIAZI, R. C. Composição físico-química e de compostos bioativos em frutos de *bromelia antiacantha* bertol. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v.37, n.2. p. 450-456, 2015.

LOCATELLI, C. **Derivados sintéticos do ácido gálico: compostos de baixa toxicidade e importantes propriedades antitumorais em modelos *in vitro* e *in vivo***. Florianópolis/SC: UFSC, 2009. 143p. Tese (Doutorado) – Florianópolis: Centro de Ciências da Saúde, 2009.

LÓPEZ-MARTÍNEZ, L.; SANTACRUZ-ORTEGA, H.; NAVARRO, R. H.; SOTELO-MUNDO, R. R.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A H NMR Investigation of the Interaction between Phenolic Acids Found in Mango (*Mangifera indica* cv Ataulfo) and Papaya (*Carica papaya* cv Maradol) and 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) Free Radicals. **Molecules**. n.17, p.12657-12664, 2012.

MORAIS, D. R., ROTTA, E. M., SARGI, S.C., SCHIMDT, E. M., BONAFE, E. G., EBERLIN, M. N., SAWAYA, C. H. F., VISENTAINER, J. V. Antioxidant activity, phenolics and UPLC–ESI(–)–MS of extracts from different tropical fruits parts and processed peels. **Food Research International**, v.77, p. 392-399, 2015.

OLIVEIRA, D. M. de; BASTOS, D. H. M. Biodisponibilidade de ácidos fenólicos. **Química Nova**. v.34, n.6, p. 1051-1056, 2011.

PEREIRA, G. P. **Compostos bioativos e atividade antioxidante em bananas (*Musa sp.*)**. Araraquara/SP: UNESP, 2012.63p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas – SP, 2012.

ROCHA, W. S.; LOPES, R. M.; SILVA, D. B.; VIEIRA, R. F.; SILVA, J. P.; AGOSTINI-COSTA, T. da S. Compostos fenólicos totais e taninos condensados em frutas nativas do cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1215-1221, 2011.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. A Guide to Carotenoid Analysis in Food. International Life Sciences Institute Press, Washington, USA, 1999.

ROESLER, L. G.; CARRASCO, L. C.; HOLANDA, R. B.; SOUSA, C. A. S.; PASTORE, G. M. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 27, n. 1, p. 53-60, 2007

RUFINO, M.S.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidante capacities of 18 non-tradicional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**. v. 121, p. 996-1002, 2010.

SANTOS, L. L.; SEABRA JUNIOR, S.; NUNES, M. C. M. Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**. v.8, n.1, p.83- 93, 2010.

SAIKIA, S.; MAHNOT, N. K.; MAHANTA, C. L. Phytochemical contentand antioxidant activities of thirteen fruits of Assam, India. **Food Bioscience**. v. 13, p.15-20, 2016.

SHARMA, P.; RAMCHIARY, M.; SAMYOR, D.; DAS, A.B. Study on the phytochemical properties of pineapple fruit leather processed by extrusion cooking. **Food Science and Technology**. v. 72, p. 534-543, 2016.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**. v. 31, n. 3, p. 669-682, 2010.

SILVA, A. M. L.; MARTINS, B. A.; DEUS, T. N. Avaliação do teor de ácido ascórbico em frutos do cerrado durante o amadurecimento e congelamento. **Estudos**. v. 36, n. 11/12, p. 1159-1169, 2009.

SINGLETON, V.; ROSSI, J. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdicphosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144–158, 1965.

SIQUEIRA, E. M. de A.; ROSA, F. R.; FUSTINONI, A. M.; SANT'ANA, L. P.; ARRUDA, S. F. Brazilian Savanna Fruits Contain Higher Bioactive Compounds Content and Higher Antioxidant Activity Relative to the Conventional Red Delicious Apple. **Plos One**: v. 8, n.8, p. e72826, 2013.

THÉ, P. M. P.; NUNES, R. P.; MOREIRA DA SILVA, L. I. M.; ARAUJO, B. M. de. Características físicas, físico-químicas, químicas e atividade enzimática de abacaxi cv. smooth cayenne recém colhido. **Alimento e Nutrição**. v. 21, n. 2, p. 273-281, 2010.

VIEIRA, L. M.; SOUSA, M. S. B.; MANCINI-FILHO, J.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de polpas de frutos tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 888-897, 2011.

VIEIRA, R. F.; AGOSTINI-COSTA, T.; SILVA, D. B.; SANO, S. M.; FERREIRA, F. R.
Frutas nativas da região Centro-oeste do Brasil. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2010, 322p.

CAPÍTULO II - Caracterização mineral da polpa e casca de *Ananas ananassoides* cultivados sob condições de sombreamento e luminosidade

RESUMO

Os minerais são substâncias essenciais para a composição corporal e estão envolvidos em funções metabólicas e processos bioquímicos. As quantidades dos macro e microminerais presentes no alimento estão relacionados com o gênero da espécie e seu ciclo de vida. Os minerais são encontrados, principalmente, em alimentos de origem vegetal, tanto na polpa como em suas partes não convencionais, como nas cascas dos frutos. Uma dieta adequada em frutas, verduras e legumes e o aproveitamento integral destes, deve ser realizada, para que uma variedade de nutrientes minerais seja ingerida, beneficiando a saúde. Assim, o objetivo do estudo foi quantificar os elementos minerais presentes no fruto em diferentes condições de luminosidade, assim como em suas cascas. Os resultados da quantificação mineral para a espécie *A. ananassoides* mostraram que os minerais que mais se destacaram foram o ferro, presente nas cascas do fruto sob condições de luminosidade (118,90 mg/Kg) e sombreamento (112,50 mg/Kg), e o manganês, presente na polpa dos frutos sob luz (334,10 mg/Kg) e sombra (252,10 mg/Kg). A única diferença significativa verificada entre as polpas da fruta, foi com o micronutriente boro, que foi muito superior na condição de sombreamento (19,6 mg/ Kg) quando comparado com luminosidade (1,40 mg/Kg).

Palavras-chave: fruto do cerrado, minerais, micronutrientes, macronutrientes.

1 INTRODUÇÃO

O consumo de frutos tem aumentado consideravelmente, devido ao benefício dos seus compostos nutricionais relacionados aos seus benefícios para controle de doenças crônicas. Os frutos fornecem baixas calorias, favorecendo o controle saudável do peso corporal e apresentando boas quantidades de micronutrientes, como os minerais. (Silva et al., 2014; Negri et al., 2016).

Os minerais são substâncias inorgânicas essenciais à saúde, presentes nos ossos e dentes, bem como em tecidos moles e músculos, sendo amplamente distribuídos na natureza. Estão presentes em líquidos corpóreos e tecidos, atuando como essenciais à manutenção de

funções metabólicas e processos físico-químicos, como contração muscular, coagulação sanguínea, função adequada dos nervos, processos digestivos, equilíbrio ácido-básico, transporte de oxigênio, correspondendo cerca de 4% do corpo humano (Franco, 2002; Kinupp e Barros, 2008; Mergedus et al., 2015).

Estes elementos essenciais desempenham funções vitais ao organismo humano, participando de diversos processos metabólicos e reações bioquímicas, além de ativarem algumas enzimas específicas. O sódio, potássio, cálcio e magnésio contribuem para melhor contração muscular. O potássio participa da síntese de proteínas e formação de glicogênio e, juntamente com o sódio, beneficiam o sistema muscular e os batimentos cardíacos, regulando-os, assim há o controle da pressão osmótica, água e também o equilíbrio ácido-base.. O cálcio e o magnésio contribuem para a formação de ossos, além de serem ativadores de enzimas. Considerado o elemento traço mais abundante, o ferro auxilia na formação de hemoglobina e mioglobina, além de transportar o oxigênio. O zinco e o manganês participam na reprodução e crescimento de um indivíduo (Pedro et al., 2016).

De acordo com Ribeiro et al. (2011), são classificados como macrominerais o cálcio, fósforo, potássio, sódio, cloro, magnésio e enxofre, sendo o consumo adequado de 100 mg/dia para atender as necessidades corporais. No caso dos microminerais como o ferro, cobre, cobalto, manganês, zinco, iodo, flúor, molibdênio, selênio, cromo, silício, a ingestão adequada é menor, perfazendo um total diário de 100µg (Soares et al., 2004). Os elementos ultra-traços, como o boro, são necessários em quantidades inferiores a 1µg (Ribeiro et al., 2011). Normalmente, o organismo elimina cerca de 20 a 30g de minerais diariamente que, conseqüentemente há a necessidade de reposição pela alimentação equilibrada (Franco, 2002).

Os vegetais e os frutos são importantes fontes de minerais (Gondim et al., 2005), sendo que os frutos silvestres normalmente apresentam em sua composição teores minerais elevados quando comparados com as plantas domesticadas (Kinupp e Barros, 2008).

Alguns estudos direcionados às análises de composição mineral em frutos do cerrado já foram realizados, (Kinupp e Barros, 2008; Cordeiro, 2012; Marin, 2006; Zhao et al., 2015). Também já foram realizados estudos com a espécie *A. comosus*, como os reportados por Miranda et al. (2015), Granada; Zambiasi; Mendonça (2004), Bengozi (2007) e Licodiedoff (2008). Porém, estudos são escassos quando direcionados à espécie *A. ananassoides*. Pouco se conhece de seu valor nutricional, no que diz respeito ao conteúdo mineral presente na polpa e cascas deste fruto,. Diante disso, este trabalho teve por objetivo avaliar a composição mineral na polpa, bem como na casca dos frutos de *A. Ananassoides* cultivados sob condições de luminosidade e sombreamento.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Análise mineral

As análises de minerais das amostras, previamente liofilizadas, foram realizadas no Laboratório de Ciência Agrícola na Faculdade de Ciências de Animais e Engenharia de Alimentos na Universidade de Estado de São Paulo (USP, Pirassununga- SP) de acordo com Nogueira e Souza (2005). Cálcio, Magnésio, Cobre, Ferro e Zinco foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica (modelo AA240FS/280FS, Agilent Technologies, CA, USA). Potássio foi determinado pela emissão espectrofotométrica de chama (modelo B462, Micronal, São Paulo, Brasil) e Fósforo, Enxofre e Boro em um espectrofotômetro (Modelo 650 plus, Femto, São Paulo, Brasil). Foi realizada a quantificação dos macro e microminerais da polpa e casca dos frutos que se desenvolveram sob condições de luminosidade e sombreamento.

2.2 Preparo da amostra

A polpa dos frutos foi triturada com auxílio de um mixer doméstico. Após, as cascas e polpas, foram acondicionadas em placas de petri, congeladas por 24h e liofilizadas por 48 horas (Liofilizador Liotop L101).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Há compostos presentes nos alimentos que são indispensáveis para proporcionar coloração, sabor, entre outras características dos frutos. Cada nutriente presente em sua composição é essencial para desempenhar específicas funções, equilibrando o processo metabólico (Aular; Natale, 2013). Segundo Gondim et al. (2005), para que também haja harmonia orgânica, é necessária uma alimentação equilibrada, adequando o consumo em quantidades suficientes dos nutrientes.

Cada mineral exerce uma função específica em nosso organismo, fazendo com que haja o equilíbrio e o seu adequado funcionamento. As quantidades dos minerais ideais variam de uma cultura para outra, devendo isso ser analisado pela função de características da espécie, condições climáticas, capacidade produtiva, ciclo da cultura e outras (Aular; Natale, 2013). Segundo Leonel et al. (2014), a composição química do fruto pode ser influenciada pelo período de maturação e também fatores ambientais

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados de macro e micro minerais da polpa e na Tabela 6 os resultados de macro e micro minerais da casca do *A. ananassoides*, cultivado sob luminosidade e sombreamento, além da ingestão diária recomendada (IDR) conforme o gênero, de um adulto.

Tabela 5. Análise da composição de minerais da polpa de *A. ananassoides* cultivados sob luminosidade e sombreamento e necessidades diárias de consumo de um adulto.

Macronutriente. (g/Kg)	Luminosidade	Sombreamento	IDR/(mg/dia)
	Polpa	Polpa	
N	12,20 ^a	13,30 ^a	ND*
P	1,20 ^a	1,20 ^a	700
K	13,30 ^a	13,30 ^a	3510**
Ca	6,00 ^a	6,40 ^a	1000
Mg	3,50 ^a	3,60 ^a	400/320***
S	1,10 ^a	1,00 ^a	-
Micronutriente (mg/Kg)			
B	1,40 ^a	19,60 ^b	ND*
Cu	3,70 ^a	4,10 ^a	0,9*
Fe	47,90 ^a	77,10 ^a	8/18***
Mn	334,10 ^a	252,10 ^a	2,3/1,8***
Zn	13,30 ^a	11,80 ^a	11/8***

IDR: Ingestão Diária Recomendada; * ND = não determinado; ** OMS, 2013; *** O primeiro valor significa a ingestão diária recomendada para os homens e o segundo valor a ingestão diária recomendada para as mulheres, considerando faixa etária de 19 a 50 anos.

Tabela 6. Análise da composição de minerais da casca de *A. ananassoides* cultivados sob luminosidade e sombreamento e necessidades diárias de consumo de um adulto.

Macronutriente. (g/Kg)	Luminosidade	Sombreamento	IDR/(mg/dia)
	Casca	Casca	
N	5,80 ^a	5,70 ^a	ND*
P	1,10 ^a	1,10 ^a	700
K	17,20 ^a	16,20 ^a	3510**
Ca	5,20 ^a	4,70 ^a	1000
Mg	2,60 ^a	2,60 ^a	400/320***
S	0,40 ^a	0,30 ^a	-
Micronutriente (mg/Kg)			
B	5,40 ^a	3,00 ^a	ND*
Cu	0,50 ^a	1,30 ^a	0,9*
Fe	118,90 ^a	112,50 ^a	8/18***
Mn	93,60 ^a	86,40 ^a	2,3/1,8***
Zn	8,40 ^a	11,00 ^a	11/8***

IDR: Ingestão Diária Recomendada; * ND = não determinado; ** OMS, 2013; *** O primeiro valor significa a ingestão diária recomendada para os homens e o segundo valor a ingestão diária recomendada para as mulheres, considerando faixa etária de 19 a 50 anos.

Na Tabela 5 pode ser verificado que a única diferença significativa entre as polpas do fruto foi em relação ao micronutriente boro, sendo superior o valor encontrado no fruto sob sombreamento (19,60 mg/kg) quando comparado com o fruto cultivado sob condições de luminosidade (1,40 mg/kg). Os demais minerais não apresentaram diferenças significativas, quer para a situação com luminosidade, quer para a situação com sombreamento. Na Tabela 6 o mesmo comportamento foi verificado para a casca do fruto, isto é, em diferentes condições de luminosidade, não apresentou diferença significativa.

O Boro (B) foi um elemento mineral encontrado tanto na polpa, quanto na casca dos ananás. Porém, sua maior concentração está na polpa do fruto silvestre sob sombreamento. Estudos apontam que a deficiência de Boro nas plantas pode estar associada à diminuição da umidade do solo, bem como outros fatores limitantes durante os períodos mais secos, mesmo que haja adequadamente este elemento no solo (Pinheiro, 1999). Portanto, o resultado do presente estudo pode ser explicado considerando o solo onde os frutos estiveram sendo cultivados em condições de sombreamento, o qual pode ter apresentado maior umidade e contribuindo para que este mineral ficasse em evidência. Segundo Franco (2002), o Boro desempenha importante papel na ação do paratormônio e também nos processos metabólicos do cálcio (Ca), fósforo (P) e magnésio (Mg). Sua deficiência pode causar retardo no crescimento, sendo rara sua toxicidade. Este mineral é encontrado em frutas, legumes e grãos

A Tabela 7 são apresentados outros estudos de composição mineral de frutos do cerrado, com potencial para a exploração. Observa-se que o teor de cálcio encontrado na espécie *A. ananassoides*, em condições de luminosidade, foi ligeiramente superior quando comparado aos frutos cagaita e gabirola, e próximo ao da lobeira. O teor de cálcio obtido em condições de sombreamento foi próximo ao verificado na gabirola.

Tabela 7. Análise da composição mineral de frutos do cerrado.

Frutos do cerrado	Ca (g/Kg)	Zn (mg/Kg)	Cu (mg/Kg)	Fe (mg/Kg)	P (g/Kg)	Mg (g/Kg)
Araticum	10,52	500	200	700	7,6	27,9
Buriti	51,7	400	-	500	< DL*	17,0
Cagaita	5,9	200	-	300	< DL*	3,4
Gabiroba	4,9	100	100	200	< DL*	9,8
Lobeira	6,4	400	100	200	< DL*	7,0
Mangaba	11,3	400	-	400	5,0	10,8

Ca: cálcio; Zn: zinco; Cu: cobre; Fe: ferro; P: fósforo; Mg: magnésio (Marin, 2006)

*DL: Limite de detecção

Nota-se, para ambas condições de cultivo, que o *A. ananassoides* tem uma composição mineral de macro e micronutrientes com valores importantes para a alimentação humana, podendo ser verificado através da Tabela 5 e 6, que apresenta também às exigências nutricionais diárias de um adulto, considerando seu gênero.

O mineral potássio se destacou entre os macronutrientes, apresentando valor superior se comparado com o fósforo, cálcio, magnésio e enxofre. Para um adulto, independente do gênero, para alcançar a necessidade diária desse macronutriente é necessário consumir 95 g, considerando polpa e casca, em condições de luminosidade, e pouco mais que 74g do abacaxi em condições de sombreamento.

O potássio é o macromineral intracelular mais importante e fundamental para manter o equilíbrio homeostático de líquidos corporais. Realiza o controle da contração muscular, principalmente a do músculo cardíaco (Mergedus et al., 2015). De acordo com Franco (2002), a concentração aumentada em fluidos extra e intracelular provoca a hipercalemia, envolvendo paralisia muscular, arritmia e também confusão mental. No entanto, quando em baixas concentrações, ocorre a hipocalemia, envolvendo ausência de reflexos, polidipsia, hipotensão,

dilatação cardíaca, entre outros sintomas (Mergedus et al., 2015). Está presente na maioria dos alimentos, destacando-se na batata inglesa, peixes, aves, leguminosas, couve, banana e laranja (OMS, 2013). Observa-se que um dos nutrientes requeridos em quantidade superior pelos abacaxizeiros é o potássio, estando este relacionado com o seu crescimento, produção e qualidade dos frutos (Rodrigues et al., 2013).

Entre os micronutrientes analisados, nota-se que o ferro se destacou nas cascas dos frutos, estando em maior concentração quando comparado com as polpas dos abacaxis silvestres em condições distintas de luminosidade. Para suprir as necessidades diárias deste importante mineral, considerando os gêneros, seria necessário em torno de 35 a 45g para o homem e de 95 a 74g para a mulher, de ananás cultivado em diferentes condições de luminosidade. O Ferro, microelemento essencial, é fundamental à formação das hemoglobinas, além de estar presente em vários processos biológicos. A deficiência deste mineral está relacionada à anemia, glossite, cefaléia, cáries, entre outros. Pode ser tóxico, em quantidades superiores às recomendações, causando vômitos, convulsões, náuseas, paladar metálico (Anvisa, 2004).

À partir dos resultados obtidos pode ser observado que a casca do *A. ananassoides* é rica nos diferentes minerais analisados, o que confere importância para esse fruto tropical nativo dos cerrados brasileiros, podendo ser indicada como complemento para a alimentação humana como, por exemplo, adicionada à sucos, geleias, sorvetes, entre outros, agregando assim valor nutricional ao produto final, principalmente com relação aos minerais manganês (Mn), ferro (Fe) e potássio (K). As cascas do abacaxi, cultivados em condições de luminosidade, oferecem maior quantidade de ferro, quando comparado com a polpa. Conforme Storck et al. (2012), as partes não convencionais dos alimentos, como folhas, talos e cascas podem apresentar-se mais nutritivos do que a polpa ou o próprio vegetal.

O zinco (Zn), microelemento presente na polpa e casca do fruto em condições distintas de luminosidade, é essencial para as fases de crescimento e desenvolvimento humano, desempenhando funções hormonais, enzimáticas, além de atuar no sistema imunológico e realizar reparação de tecidos. Sua deficiência está relacionada com retardo no crescimento e desenvolvimento (Mergedus et al., 2015).

Necessário em quantidades menores, quando comparado com os outros minerais, o manganês está envolvido no metabolismo das proteínas, carboidratos e lipídios, além de participar nas ativações de vários sistemas enzimáticos de grande importância (Mergedus et al., 2015). Embora sua deficiência seja rara, quando ocorre está relacionada com a presença de cálcio, fosfato e carbonato que provocam a redução da absorção do manganês. Sua toxicidade acarreta esquizofrenia, Mal de Parkinson e também anemia. Os alimentos fontes deste micromineral são as oleaginosas (nozes e amêndoas), os grãos integrais, a aveia e, dentre as frutas, o pêssego merece destaque (Anvisa, 2004).

Analisando os resultados da composição mineral do *A. ananassoides* cultivado em diferentes condições de luminosidade, verifica-se maior destaque quanto aos microelementos, ferro, manganês e zinco para o fruto cultivado sob o efeito da luz. É um fruto pequeno, com muitas sementes e bastante fibroso, tem pouco aproveitamento considerando apenas sua polpa, pois a proporção polpa x casca confere grande importância às sobras (cascas). De acordo com Mendes (2013), os minerais presentes nas cascas dos frutos, em destaque no abacaxi, apresentam valores nutricionais superiores quando comparados com a polpa, tornando-se, portanto, uma alternativa como fonte nutricional. As partes não convencionais dos alimentos, como as cascas, contribuem para agregar valor nutricional à dieta e reduzir o desperdício (Storck et al., 2012), sendo que um dos principais resíduos do abacaxi processado são as cascas, que podem ser boas fontes de nutrientes, contribuindo para o adequado mecanismo digestivo, conforme descreve Lima et al. (2017). Desta forma, a utilização das

cascas possibilitaria recuperar grande parte dos nutrientes do fruto, o que pode ser entendido como fontes adequadas de nutrientes para populações que residem em regiões de cerrado e que disponham de acesso, em condição extrativista, pois este bioma é considerado o mais rico entre as savanas do mundo, apresentando 12 mil espécies vegetais, sendo 44% delas endêmicas. Essa biodiversidade, que abriga essa riqueza vegetal, precisa ser cada vez mais explorada corroborando com novos conhecimentos e descobertas para que a população se beneficie deste contexto, melhorando sua alimentação e prevenindo doenças.

4 CONCLUSÃO

O fruto *A. ananassoides* apresenta valores consideráveis de minerais. Notando-se que as cascas são muito ricas nos componentes analisados, conferindo ainda mais importância a este fruto nativo do Cerrado Brasileiro. O mineral Boro se destacou na polpa do fruto em condições de sombreamento. Enquanto o ferro foi observado em maior quantidade nas cascas dos frutos em diferentes condições de luminosidade. Em comparação com outros frutos, o *A. ananassoides* apresentou maior concentração de minerais presentes nas cascas, considerando os macronutrientes fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) e os micronutrientes ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn).

5. REFERÊNCIAS

ANVISA. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. “Regulamento técnico sobre ingestão diária recomendada (IDR) para proteína, vitaminas e minerais”. Dezembro, 2004.

AULAR, J.; NATALE, W. Nutrição mineral e qualidade do fruto de algumas frutíferas tropicais: goiabeira, mangueira, bananeira e mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 35, n. 4, p. 1214-1231, 2013.

BENGOZI, F. J.; SAMPAIO, A. C.; SPOTO, M. H. F.; MISCHAN, M. M.; PALLAMIN, M. L. Qualidades físicas e químicas do abacaxi comercializado na CEAGESP São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 29, n.3, p. 540-545, 2007.

CORDEIRO, M. W. S. **Caracterização Física e Química de Frutos de Pequiizeiro (*Caryocar Brasiliense* Camb.) de diferentes Regiões do Estado de Mato Grosso. Goiânia/GO: UFG, 2012. 50p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos. GO, 2012.**

FRANCO, G. **Tabela de Composição Química dos Alimentos**. 9ª ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2002. 324p.

GONDIM, J. A. M.; MOURA, M. F. V.; DANTAS, A. S.; MEDEIROS, R. L. S.; SANTOS, K. M. Composição Centesimal e de minerais em cascas de frutas. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**. v. 25, n. 4, p. 825-827, 2005.

GRANADA, G. G.; ZAMBIAZI, R. C.; MENDONÇA, C. R. B. Abacaxi: Produção, Mercado e Subprodutos. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**. v. 22, n. 2, p. 405-422, 2004.

KINUPP, V. F.; BARROS, I. B. I. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 28, n. 4, p. 846-857, 2008.

LEONEL, S.; LEONEL, M.; SAMPAIO, A. C. Processamento de frutos de abacaxizeiro cv smooth cayenne: perfil de açúcares e ácidos dos sucos e composição nutricional da farinha de cascas. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 36, n. 2, p. 433-439, 2014.

LICODIEDOFF, S. **Influência do Teor de Pectinas Comerciais nas Características Físico-Químicas e Sensoriais da Geléia de Abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill)**. Curitiba/PR: UFPR, 2008. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná-PR, 2008.

LIMA, P.C.; SOUZA, B.S.; SANTINI, A. T.; OLIVEIRA, D.C. Aproveitamento agroindustrial de resíduos provenientes do abacaxi 'pérola' minimamente processado. **Holos**, Ano 33, v.2, p. 122-136, 2017.

MARIN, A. M. F. **Potencial Nutritivo de Frutos do Cerrado: Composição em Minerais e Componentes Não Convencionais**. Brasília/DF: UNB, 2006. 108p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília – DF, 2006.

MENDES, B. A. B. **Obtenção, caracterização e aplicação de farinha das cascas de abacaxi e de manga**. Itapetinga/BA: UESB, 2013. 78p. Dissertação (Mestrado) – Bahia: Universidade Estadual do sudoeste da Bahia, 2013.

MERGEDUS, A.; KRISTL, J.; IVANCIC, A.; SOBER, A.; SUSTAR, V.; KRIZAN, T.; LEBOT, V. Variation of mineral composition in different parts of taro (*Colocasia esculenta*) corms. **Food Chemistry**. v. 170, p. 37-46, 2015.

MIRANDA, D. S. A.; PESSOA, T.; FIGUÊREDO, R. M. F.; GURJÃO, F. F.; PINHEIRO, R. M. M.; MARTINS, A. G. L. A. Elaboração e caracterização de néctar de abacaxi pérola adoçado com glucose de milho. **Revista Agropecuária Técnica**. v. 36, n. 1, p. 82-97, 2015.

NEGRI, T. C.; BERNI, P. R. de A.; CANNIATTI, S. G. Valor nutricional de frutas nativas e exóticas do Brasil. **Biosaúde**, v. 18, n. 2, 2016.

NOGUEIRA, A. R. A.; SOUZA, G. B. **Manual de laboratórios: Solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 313 p.

OMS. **Atualiza recomendações sobre níveis máximos de sal e mínimos de potássio**, 2013. Disponível em: <<http://www.apn.org.pt/noticia.php?id=74>> Acesso em: 20 sept 2017.

PEDRO, F.G.G.; ARRUDA, G.L.; OLIVEIRA, J.C.; SANTOS, A.D.; SIGARINI, K.S.; HERNANDES, T.; VILLA, R.D.; OLIVEIRA, A.P. Composição centesimal e mineral de plantas medicinais comercializadas no mercado do Porto de Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. v.18, n.1, supl. I, p.297-306, 2016.

PINHEIRO, A. L. **Reflexos da fertilização mineral de boro na estrutura anatômica, no crescimento e na seca-de-ponteiro de *Eucalyptus citriodora* Hook. e *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. no cerrado de Minas Gerais, Brasil**. Curitiba/PR: UFP, 1999. 190p. Tese (Doutorado) – Curitiba: Universidade federal do Paraná, 1999.

RIBEIRO, L. O.; MENDES, M. F.; PEREIRA, C. S. S. Avaliação da Composição Centesimal, mineral e teor de antocianinas da polpa de Juçuí (*Euterpe edulis Martius*). **Revista Eletrônica TECCEN**. v. 4, n. 2, p. 5-16, 2011.

RODRIGUES, A. A.; MENDONÇA, R. M. N.; SILVA, A. P. da; SILVA, S. de M. Nutrição mineral e produção de abacaxizeiro 'Pérola', em função das relações K/N na adubação. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 35, n. 2, p. 625-633, 2013.

SILVA, L. M. R.; FIGUEIREDO, E. A. T.; SILVA, N. M. P.; VIEIRA, I. G. P.; FIGUEIREDO, R. W.; BRASIL, I. M.; GOMES, C. L. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**. v. 143, p. 398-404, 2014.

SOARES, L. M. V.; SHISHIDO, K.; MORAES, A. M. M.; MOREIRA, V. A. Composição Mineral de Sucos de Frutas Brasileiras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 24, n. 2, p. 202-206, 2004.

ZHAO, P.; ZHONG, L.; ZHAO, Y.; LUO, Z. Comparative studies on the effect of mineral matter on physic-chemical properties, inherent moisture and drying kinetics of Chinese lignite. **Energy Conversion and Management**. v. 93, p. 197-204, 2015.

CONCLUSÃO GERAL

A espécie *A. Ananassoides*, em diferentes condições de luminosidade, foi caracterizada quanto aos seus aspectos físico-químicos, composição de biocompostos e minerais. Em condições de luminosidade se destacou quanto ao teor de ácido ascórbico (vitamina C), evidenciando sua capacidade antioxidante e também valores nutricionais quanto aos microminerais ferro, manganês e zinco e quanto ao macromineral potássio, sendo elementos fundamentais para manter o equilíbrio do organismo, além de desempenhar funções específicas que garantem a vitalidade fisiológica. Os compostos fenólicos, catequina, cafeína e ácido cafêico, identificados por HPLC, se destacaram no fruto em diferentes condições de cultivo. Em condições de sombreamento, houve destaque para a rutina, onde somente foi detectada no fruto nestas condições de cultivo. Essas substâncias bioativas estão relacionadas com a prevenção de doenças crônicas não transmissíveis, sendo essencial a ingestão de alimentos funcionais. Assim, *A. Ananassoides* é um fruto para ser aproveitado integralmente, com grande potencial para ser introduzido na dieta e agregar valor nutricional, considerando o cultivado tanto em condições de luminosidade como em condições de sombreamento.