



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - POSAGRO**

**MARCOS ANDRÉ DE SOUZA PRILL
Engenheiro Agrônomo**

**TECNOLOGIA PÓS-COLHEITA DE MODIFICAÇÃO ATMOSFÉRICA,
CONTROLE DO ETILENO E DESVERDECIMENTO PARA A BANANA
'PRATA-ANÃ' CULTIVADA EM BOA VISTA, RORAIMA**

Boa Vista - RR
2011

MARCOS ANDRÉ DE SOUZA PRILL
Engenheiro Agrônomo

**TECNOLOGIA PÓS-COLHEITA DE MODIFICAÇÃO ATMOSFÉRICA,
CONTROLE DO ETILENO E DESVERDECIMENTO PARA A BANANA
'PRATA-ANÃ' CULTIVADA EM BOA VISTA, RORAIMA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Roraima, como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Timoni Buchdid
Camargo Neves

Boa Vista - RR
2011

MARCOS ANDRÉ DE SOUZA PRILL

Engenheiro Agrônomo

**TECNOLOGIA PÓS-COLHEITA DE MODIFICAÇÃO ATMOSFÉRICA,
CONTROLE DO ETILENO E DESVERDECIMENTO PARA A BANANA
'PRATA-ANÃ' CULTIVADA EM BOA VISTA, RORAIMA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Roraima, como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal.

Aprovada em: ____/____/____

Prof. Dr. Leandro Timoni Buchid Camargo Neves
(Orientador) – DFT/CCA/UFRR

Prof. Dr. Edvan Alves Chagas
(Co-Orientador) - EMBRAPA/RORAIMA

Prof. Dr. Alberto Moura de Castro
EAGRO/CCA/UFRR

Prof. Dr. Marcio Akira Couceiro
EAGRO/CCA/UFRR

O Senhor é o meu pastor e nada me faltará. Ainda que eu andasse pelo vale da sombra da morte, não temeria mal algum, porque tu estas comigo, a tua vara e o teu cajado me consolam.

(Salmo 23 : 1, 4)

A minha querida Esposa ***Rosângela***, **meus filhos *Mateus, Marcela e Lucas*** pela compreensão, dedicação e amor na difícil tarefa ao longo caminho da vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo.

À Universidade Federal de Roraima, em especial ao Centro de Ciências Agrárias CCA/UFRR, pelas condições oferecidas durante o curso.

Ao Departamento de Fitotecnia/CCA, por possibilitar o uso de instalações e equipamentos para realização do experimento.

Ao mentor, amigo e irmão Professor Dr. Leandro Camargo Neves, que dedicou seu tempo, paciência e compartilhou seu conhecimento e sabedoria, além dos conselhos inestimáveis.

Ao Pesquisador Dr. Edvan Alves Chagas pelas injeções de ânimo e auxílio durante nossos trabalhos

A cada professor do Curso de Mestrado em Agronomia, tanto da UFRR, como da EMBRAPA/RR que contribuíram para meu conhecimento profissional, especialmente para o desenrolar deste trabalho.

A Empresa Roraima Agrofrutas, que disponibilizou o acesso a sua propriedade bem como permitiu o uso dos frutos das bananeiras.

Ao Sr. Euclides, Gerente da Roraima Agrofrutas pela gentileza e especial atenção dedicada ao presente trabalho.

A Empresa Soloeste, pela disponibilização dos sachês adsorvedores de etileno utilizados neste trabalho.

Aos “nobres” colegas da turma de mestrado, Edson (Jacaré), Kelter (Uchoa), Márcio (Macaxeira), Kattherine pelo companheirismo e motivação nos momentos de desânimo.

Aos colegas bolsistas do LTA/UFRR, Jéssica, Samuel, Alan, Vanuza, Maria, Leonara, Loide, Pamela, Luci, Paula e Alexander Bálico pela dedicação, participação e apoio nos trabalhos com a banana.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pelos recursos financeiros para a realização do projeto.

PRILL, Marcos André de Souza, **Aplicação de tecnologias pós-colheita para bananas ‘Prata-Anã’ produzidas em Roraima**. 2011. 113 p. Dissertação de Mestrado em Agronomia – Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2011.

RESUMO

A bananicultura é um dos destaques na agricultura de Roraima, representando parcela significativa do mercado frutícola, contudo, deixa a desejar na qualidade final apresentada ao consumidor. Nesse sentido, foram realizados dois experimentos, onde, no primeiro avaliou-se a qualidade pós-colheita de bananas ‘Prata-Anã’ submetidas ao armazenamento refrigerado (AR) a temperatura de $12 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa (U.R.) de $93 \pm 2\%$ em câmara frigorífica, localizada no Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA/UFRR). Nesse experimento, as bananas refrigeradas foram acondicionadas em embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD), com e sem a utilização de vácuo e o uso de adsorvedor de etileno no interior das embalagens. As análises foram realizadas em intervalos de 5 dias até 35 dias de armazenamento refrigerado. No segundo experimento, com base nos resultados obtidos do primeiro experimento, avaliou-se o desverdecimento dos frutos pelo uso tecnológico de fitorregulador e do abafamento, utilizando-se lona plástica (polietileno com fio de rafia interno e ilhós de latão), realizado sem o controle atmosférico (T °C, U.R.) e em diferentes tempos de armazenamento refrigerado das bananas (colheita, aos 10, 20 e 30 dias de AR). As análises foram realizadas seqüencialmente a um, dois, três e quatro dias após cada período de desverdecimento. As análises físicas, químicas e físico-químicas, em ambos experimentos, foram realizadas quanto ao pH da polpa, a perda de massa fresca, coloração da casca, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), concentração de CO₂/etileno no interior das embalagens, curva respiratória (CO₂/etileno) açúcares totais e redutores, atividade enzimática da poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME) e teor de pectina total e solúvel e teor de amido. Ao final do primeiro experimento, concluiu-se que a combinação do uso de embalagens com os sachês adsorvedores de etileno resultou no retardamento do processo de maturação dos frutos de banana ‘Prata-Anã’, quando observada a curva de respiração em relação ao atraso do pico climatérico dos frutos embalados junto ao sachê adsorvedor de etileno. Da mesma forma, foi constatado o efeito tecnológico do sachê na adsorção do etileno presente no interior das embalagens, refletindo, na melhor manutenção da qualidade sensorial segundo resultados observados nas análises físicas, químicas e físico-químicas. No segundo experimento, ao final dos quatro períodos de armazenamento, observou-se que não houve efeito significativo que determinasse qual o melhor método de desverdecimento, porém, verificou-se que quanto maior foi o período de AR, menor foi o período de manutenção da qualidade das bananas ‘Prata-Anã’ após o desverdecimento. Assim, pode-se recomendar que o desverdecimento seja realizado com segurança em até 20 dias após a colheita e, sobretudo se mantidas sob condições de refrigeração a $12^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$ e $93 \pm 2\%$ de U.R. Espera-se, nessa situação, a manutenção dos atributos de qualidade sensorial nas bananas por no mínimo, três dias durante o período médio de comercialização em Roraima.

Palavras-chave: *Musa sp.*, adsorvedor, armazenamento, comercialização, desverdecimento.

PRILL, Marcos André de Souza, **Application of post-harvest technologies for banana 'Prata-Anã' produced in Roraima**. 2011. 113 p. Master Thesis in Agronomy - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, 2011.

ABSTRACT

The banana culture is one of the highlights at the Roraima State, in the agribusiness sector, representing significance in the fruit market, however, leaves much to be desired on the final quality to the consumer. In this sense, it was conducted 2 experiments, where, at the 1st it was evaluated the postharvest quality of bananas 'Prata-Anã' subjected to cold storage (CS) at a temperature of $12 \pm 1^\circ\text{C}$ and relative humidity (RH) of $93 \pm 2\%$ in the cold chamber, located at the Food Technology Laboratory (LTA/UFRR). In this experiment, the refrigerated bananas were packed in low density polyethylene (LDPE), with and without the use of vacuum and use of ethylene adsorption inside the package. Analyses were performed at 5 days after harvest until 35 days of cold storage. In the experiment 2, based on the scores of the 1st experiment, it was evaluated the degreening of the fruits by the technology use of phytohormone and muffling, using plastic blanket (polyethylene wired raffia inside and eyelets brass), performed without atmospheric control ($t^\circ\text{C}$, RH) and at different times of bananas cold storage (on the harvest, and at 10, 20 and 30 days of CS). Analyses were performed sequentially at 1, 2, 3 and 4 days after each degreening period. The physical, chemical and physico-chemical analyses, in both experiments were conducted on the pH of the pulp, loss of fresh weight, peel color, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), CO_2 /etileno concentration inside the package, respiratory pattern (CO_2 /etileno) total and reducing sugars, enzymatic activity of polygalacturonase (PG) and pectin methyl esterase (PE) and total and soluble pectin content and starch content. At the end of experiment 1 it was concluded that the combination of the polyethylene bags with the ethylene adsorbents sachets resulted in the delaying of the bananas ripening process, when observed the respiration pattern in relation to the delay of the climacteric peak of fruits packed with the ethylene adsorption sachet. Likewise, it was observed the technology effect on the ethylene adsorption sachet inside the package, reflecting the better maintenance of sensorial quality according to the scores observed in the physical, chemical and physico-chemical analysis. In the experiment 2, in the end of 4 days of storage, it was observed that there was not effect that would determine the best method of degreening, but it was found that the longer the period of RA, lower was the maintenance of the period of quality of bananas 'Prata-Anã' after the degreening. Thus, it is possible recommend that the degreening be performed with safety until 20 days after harvest and especially if the banana 'Prata-Anã' kept under cold storage at $12^\circ \pm 1^\circ\text{C}$ and $93 \pm 2\%$ RH. It is hoped, in this situation, the maintenance of sensorial quality attributes for bananas at least for 3 days during the average marketing at the Roraima State.

Keywords: *Musa* sp. adsorber, storage, marketing, stuffy.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 Aspectos botânicos e pós-colheita da banana.....	13
2.2 Importância da bananicultura em Roraima.....	15
2.3 Etileno	17
2.4 Armazenamento refrigerado.....	20
2.5 Adsorvedor de Etileno.....	22
2.6 Atmosfera Modificada.....	24
2.7 Desverdecimento.....	27
3 OBJETIVOS	30
3.1 Objetivo Geral.....	30
3.2 Objetivos Específicos.....	30
4 ARTIGO A – Tecnologias Pós-Colheita de Modificação Atmosférica e do Controle do Etileno para Bananas ‘Prata-Anã’ Cultivadas na Amazônia Setentrional Brasileira	31
4.1 Resumo.....	31
4.2 Abstract.....	32
4.3 Introdução.....	33
4.4 Material e Métodos	34
4.5 Resultados e Discussão	38
4.6 Conclusões.....	67
5 ARTIGO B – Métodos e Tempos de desverdecimento em Bananas ‘Prata-Anã’ Cultivadas na Amazônia Setentrional Brasileira	68
5.1 Resumo.....	68
5.2 Abstract.....	69
5.3 Introdução.....	70
5.4 Material e Métodos	71
5.5 Resultados e Discussão	75
5.6 Conclusões	104
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	105

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO A – Tecnologias Pós-Colheita de Modificação Atmosférica e do Controle do Etileno para Bananas ‘Prata-Anã’ Cultivadas na Amazônia Setentrional Brasileira

Figura 1 – Perda de massa fresca em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos(...)	38
Figura 2 – Coloração em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	42
Figura 3 – Lesões na casca em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	44
Figura 4a – Concentração de CO ₂ em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	46
Figura 4b – Concentração de Etileno em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	48
Figura 5 – Potencial hidrogeniônico em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	50
Figura 6 – Acidez titulável em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	52
Figura 7a – Atividade da pectinametilesterase (PME) em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	54
Figura 7b – Atividade da poligalacturonase (PG) em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	55
Figura 8a – Pectina total em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	57
Figura 8b – Pectina solúvel em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	58
Figura 9 – Teor de amido em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	61
Figura 10 – Teor de sólidos solúveis em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	63
Figura 11a – Teor de açúcares totais em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	65
Figura 11 b – Teor açúcares redutores em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	66

ARTIGO B – Métodos e Tempos de desverdecimento em Bananas ‘Prata-Anã’ Cultivadas na Amazônia Setentrional Brasileira

Figura 1 – Perda de Massa Fresca em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	76
Figura 2 – Coloração em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	78
Figura 3 – Lesões na casca em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	81
Figura 4a – Produção de CO ₂ em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	83
Figura 4b – Produção de Etileno em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	84
Figura 5 – Potencial hidrogeniônico em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	87
Figura 6 – Acidez titulável em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	89
Figura 7a – Atividade da pectinametilesterase (PME) em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	91
Figura 7b – Atividade da poligalacturonase (PG) em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	92
Figura 8a – Pectina Total em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	94
Figura 8b – Pectina solúvel em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	96
Figura 9 – Teor de amido em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	98
Figura 10 – Teor de sólidos solúveis em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	100
Figura 11a – Teor de açúcares totais em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	102
Figura 11b – Teor de açúcares redutores em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (...)	103

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), no ano de 2008, o Brasil foi o quarto maior produtor mundial de bananas com aproximadamente 6.998.150 toneladas logo atrás de China, Filipinas e Índia, com 8.042.702, 8.687.624 e 26.217.000 toneladas, respectivamente (FAO, 2011). Segundo o Instituto Brasileiro de Frutas (IBRAF, 2009), a exportação de bananas do Brasil apresentou redução de 29,52% comparando-se os anos 2007 e 2008. Mesmo nessas condições, o País exportou 130.887,74 toneladas, o equivalente a US\$ 35.657.717,00.

A produção brasileira de banana está distribuída por todo o território nacional, sendo a região Nordeste a maior produtora (34%), seguida das regiões Norte (26%), Sudeste (24%), Sul (10%) e Centro-Oeste (6%) (ALVES et al., 2007). No norte do País existem mais de 110.000 ha de pequenos cultivos, cerca de 60% dos quais são conduzidos em sistemas agrofamiliares com produção anual de 1,7 milhões de toneladas no ano de 2005 (AGRIANUAL, 2007), predominando os subgrupos Prata ('Prata', 'Pacovan' e 'Prata-Anã'), 'Terra', Nanica ('Nanica', 'Nanicão' e 'Grand Naine') e 'Maçã'.

A bananicultura em Roraima abrange todos os 15 municípios, sendo que a produção do Estado abastece 75 e 55% dos mercados em Boa Vista/RR e Manaus/AM, respectivamente (MOREIRA et al., 2007). Não há definição sobre a área exata plantada em Roraima, visto que, segundo o IBGE (2011), a área plantada com banana em Roraima no ano de 2006 foi de 2050 hectares; alcançando a produção de 20,4 mil toneladas. Por outro lado, o IBRAF (2009) afirmou que em 2007 foram 5.670 ha com produção de 36.454 toneladas, gerando mais de 15 milhões de reais no ano. Porém, segundo dados do projeto Agronegócio da Banana em Roraima - AGROBARR em 2003, essa área correspondeu a cerca de 6.346 ha de plantações de bananas, com capacidade de produção anual de cerca de 31.200 toneladas (Alves et al., 2005).

Do momento em que são colhidos até o consumo, as bananas sofrem injúrias mecânicas que, de acordo com a sensibilidade, podem causar danos que comprometerão a qualidade final dos frutos. Segundo Vigneault et al. (2002), dependendo do produto, as perdas por danos mecânicos podem alcançar de 20 a 25% do total. Campos et al. (2003), em experimento com banana 'nanicão', verificaram que devido ao excessivo amadurecimento e despencamento dos frutos, juntamente com a perda de massa dos frutos, os prejuízos chegaram a 42,41 e 41,72% no período de transporte dos estados de

Santa Catarina e Mato Grosso, respectivamente, mesmo o transporte sendo refrigerado. Esses autores também alegam que as perdas causadas por danos fisiológicos, muitas vezes associadas e decorrentes dos danos mecânicos, sendo intensificadas quando ocorrem condições adversas em pré-colheita que aceleram o processo natural de deterioração, como temperaturas elevadas, baixa umidade e lesões físicas.

A não realização de processos tecnológicos visando a manutenção da qualidade dos frutos durante a produção, colheita e pós-colheita, tem causado perdas irreparáveis no produto final, levando-o à depreciação tanto no valor sensorial, nutritivo e microbiológico, como também no próprio valor econômico (ANTUNES et al., 2003). Com isso, a execução dos objetivos propostos nos presentes trabalhos aqui executados é de suma importância para a cadeia de produtiva de bananas 'Prata-Anã' em Roraima, permitindo, dessa forma, a maior qualidade e confiabilidade do produto para o mercado consumidor local e regional.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. ASPECTOS BOTÂNICOS E PÓS-COLHEITA DA BANANA

A bananeira, planta monocotiledônea, herbácea, de raízes fibrosas, com caule verdadeiro subterrâneo, denominado rizoma, é da ordem *Scitaminaea*, família *Musaceae*, com dois gêneros: *Musa* e *Ensete*. O Gênero *Musa* apresenta os subgêneros *Australimusa*, *Callimusa*, *Rhodoclamys* e *Eumusa*, dentre esses, o mais importante é o *Eumusa*, pois agrupa as variedades comestíveis de banana (SIMÃO, 1998). Desse subgênero, acredita-se que das hibridações das espécies *M. acuminata* e *M. balbisiana* surgiram as variedades hoje conhecidas e que produzem frutos sem sementes. Desse modo, e baseado no número de cromossomos, as plantas foram classificadas em grupos diplóides (22 cromossomos), triplóides (33 cromossomos) e tetraplóides (44 cromossomos), sendo o número básico ou genoma de onze. Os triplóides apresentam pólen estéril e têm origem na hibridação natural (NEVES et al., 2009).

Em condição favorável, a planta produz cada cacho entre dez a doze meses. Os frutos são formados partenocarpicamente, sem a necessidade de polinização. Após produzir o cacho, entra em decrepitude e morre. Por meio dos inúmeros rebentos emitidos pela planta durante o ciclo vegetativo, mantêm-se a produção.

Existem diversas cultivares, dentre elas a Gros-Michel, Nanica, Nanicão, Robusta, Prata, Prata-Anã, Maçã e Mysore. Dentre as de maior destaque está a ‘Prata’, do grupo AAB, com característica de porte elevado, atingindo de 4 a 7 metros de altura. O fruto é de tamanho médio, de cor amarelo ouro quando maduro e polpa de cor creme (NEVES et al., 2009).

A cultivar Prata é a banana com segundo maior volume de comercialização na CEAGESP. São recebidas bananas ‘Prata’ das seguintes origens: São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Espírito Santo, Bahia e Santa Catarina (CEAGESP, 2009). Silva et al. (2006) avaliando cultivares de bananas na região de Mato Grosso do Sul concluíram que nas condições em que foi conduzido o trabalho, as cultivares Mysore, Nanica, Marmelo e ‘Prata’ destacaram-se por reunirem melhores características produtivas e atributos de qualidade. Por outro lado, dentre os maiores problemas do cultivo da bananeira no Brasil estão a falta de cultivares comerciais produtivas, com porte adequado e resistência às principais pragas e doenças, além da inadequada condução do sistema solo-água-plantas. A sigatoka-amarela, aliada à sigatoka-negra e mal-do-

Panamá, podem causar danos expressivos à bananicultura nacional, com perdas de até 100% na produtividade (SILVA et al., 2006).

Durante o amadurecimento das bananas muitas transformações bioquímicas ocorrem (CAMPOS et al., 2003), visto que o teor de sólidos solúveis (SS) aumenta, atingindo valores de até 28% em algumas cultivares. A acidez titulável (AT) também aumenta, atingindo o máximo variando de 0,22 a 0,57% de ácido málico, quando a casca está totalmente amarela, para depois decrescer. O pH do fruto verde varia de 5,0 a 5,6 e o fruto maduro de 4,2 a 5,4. E o teor de amido de 0,9 até 7%, que nos estádios iniciais possuem até 18% (BOTREL et al., 2002; NEVES et al., 2009). O amido representa, aproximadamente, 20 a 25% da massa fresca da polpa do fruto verde. Segundo Viviane & Leal (2007), a conversão do amido em açúcares simples está entre as mudanças mais notáveis no amadurecimento da banana. Esse é transformado, predominantemente, em açúcares redutores, glicose e frutose (8 a 10%), e sacarose (10 a 20%). A adstringência é representada pela presença de taninos e decresce à medida que o fruto vai amadurecendo, podendo também variar com a época de colheita do fruto (NEVES et al., 2009). A firmeza de polpa normalmente diminui, acompanhada por mudanças na coloração da casca e da polpa devido à degradação da clorofila e à constante síntese de carotenóides. Da mesma forma, o aroma característico da banana se intensifica com o amadurecimento, também chamado de desverdecimento (CAMPOS et al., 2003).

As práticas de pós-colheita, muitas vezes, não são suficientes para garantir qualidade adequada do fruto quando é comercializado em mercados distantes. Portanto, o desenvolvimento e a adaptação de tecnologias de refrigeração, atmosfera modificada e retardadores de amadurecimento permitirão aos produtores e empresários alcançarem melhores condições e competitividade nos mercados nacional e internacional (BOTREL et al., 2002).

Logo que colhidos, o primeiro passo a ser dado para a conservação de frutos *in natura*, como bananas, é o resfriamento rápido ou pré-resfriamento. O atraso entre a colheita e o resfriamento provoca, automaticamente, deterioração prematura do produto e traz consigo a perda de qualidade dos mesmos (KADER, 2002). Segundo Teruel et al. (2002), existe influência significativa do tipo de embalagem e do fluxo de ar no tempo de resfriamento de bananas onde a maior eficiência no resfriamento é obtida quando usadas as embalagens com 40% de área de aberturas. Por essa razão, considera-se necessário o projeto de embalagens adequadas ao resfriamento e ainda com o uso de

sistemas de resfriamento com ar forçado permitindo obter curtos tempos de resfriamento e perdas de massa insignificantes nos frutos após o resfriamento.

2.2. IMPORTÂNCIA DA BANANICULTURA EM RORAIMA

A banana está entre os frutos mais consumidos no mundo. O consumo diário é maior talvez que qualquer outro fruto, quer cru, cozido, assado ou frito. A produção comercial em plantações da América Central e da América do Sul reveste-se de importância, sendo hoje o terceiro fruto no mundo em volume de produção, superado apenas pela uva e laranja. Além do elevado valor nutritivo, a banana tem elevado significado socioeconômico, pois mobiliza expressivo contingente de mão-de-obra, permitindo retorno rápido ao produtor e gerando divisas para o país (GANGA, 2002).

O consumidor mundial está cada vez mais exigente em relação à cadeia produtiva de alimentos, a saúde humana e a preservação do ambiente. A preocupação com a manutenção da qualidade em relação aos produtos, processos e procedimentos utilizados, agora também é relacionada com o período de pós-colheita. Ao contrário dos produtos de origem animal, frutos e hortaliças continuam metabolicamente ativos após a colheita. Devido a isso, e por causa do teor de umidade na composição química da banana, é comprometida a conservabilidade desse fruto que, dificilmente passa de 2 a 5 dias em temperaturas próximas a $33 \pm 4^{\circ}\text{C}$ (condições ambientais de Roraima).

Desse modo, para aumentar o tempo de vida útil e reduzir as perdas em pós-colheita das bananas 'Prata' produzidas no Estado, é importante que se conheça e utilize as práticas adequadas durante as fases de colheita, armazenamento e comercialização. Portanto, a manutenção da cadeia do frio, a concepção de estruturas e produtos adequados ao desverdecimento das bananas, o uso de embalagens plásticas, a adoção de sistemas de transporte em embalagens de madeira (utilizando inclusive de sub-embalagens protetoras) e o controle da atividade respiratória e enzimática que aceleram o metabolismo dos frutos, podem reduzir, sensivelmente, as perdas do produto *in natura* (MOREIRA et al., 2007).

No Brasil, a quantidade de banana ofertada é elevada, no entanto, a qualidade do produto em determinados locais ainda é insuficiente, como em Roraima. A baixa qualidade da banana e a adoção de estruturas precárias de produção e comercialização são consideradas entraves à exportação do fruto (FAGUNDES & YAMANISCHI,

2001).

A exploração da cultura da banana no estado de Roraima atinge todos os municípios, apresentando indicadores que no ano de 2003 a área plantada em Roraima era de 6.346 há e aproximadamente 2.500 famílias diretamente explorando a cultura (ALVES et al., 2005). No entanto, de acordo com informações não publicadas em Roraima, atualmente há cerca de 5.598 ha de área plantada, com capacidade de produção anual de cerca de 33.588 toneladas, sendo que estão registradas na Agência de Defesa Agropecuária do Estado de Roraima – ADERR, 1866 Unidades de Produção (UP) (ADERR, 2010). O grupo da cultivar prata é o mais plantado no Estado (90%), muito embora haja também o plantio (10%), das cultivares Mysore, Pacovan, Fhia-18, Nanicão, Thap Maeo, terra, coruda e Maçã (ALVES et al., 2005). As UP's registradas estão localizadas em vários municípios de Roraima, totalizando 1200 propriedades, representando em torno de 1200 famílias.

Neste sentido, embora o estado de Roraima apresente condições edafoclimáticas e mercadológicas satisfatórias para a produção de bananas, ainda é constatada a ineficiência em vários pontos da cadeia produtiva, podendo-se citar: aspectos relacionados a produção, colheita e manutenção da qualidade em pós-colheita, a pequena diversidade de produtos processados seguindo as Boas Práticas de Fabricação ou Manipulação (BPF/M) e os sistemas inadequados de comercialização dos frutos *in natura* e dos produtos agroindustrializados (MOREIRA et al., 2007).

Ainda assim, no ano de 2010, a exportação de Bananas em Roraima para o estado do Amazonas foi de 19.300 toneladas (ADERR, 2010). Nesse sentido, tomando-se por base o preço médio pago ao produtor no mesmo ano, de cerca de R\$ 0,52/Kg de banana, obteve-se aproximadamente R\$10.036.000,00 em decorrência da bananicultura, o que garante a renda mensal de cerca de R\$700,00 mensais por família produtora.

Segundo Alves et al. (2005), a produtividade média em Roraima esta em torno de 400 cachos/ha, levando em consideração um stand de 625 plantas e que um cacho na melhor classificação, tenha um peso médio de 10 kg, podendo chegar a produção no estado de 31.200 toneladas de banana.

Neste sentido, Caroebe, Rorainópolis e São João da Baliza foram os municípios que mais se destacaram, com produção de 8,8 mil, 4,8 mil e 2,4 mil toneladas, respectivamente no ano de 2008, representando quase que 70% de toda a produção do Estado. Outra região de destaque, e que vem se desenvolvendo frente a bananicultura, principalmente pela tecnificação do cultivo e aptidão natural, é Campos Novos, no

município de Iracema (ALVES et al., 2005). Ainda com essa expressiva participação na economia do Estado, a bananicultura poderia ter valor comercial melhor. Nesse sentido a formação do preço da banana depende dos seguintes fatores: procura, qualidade e quantidade ofertada (PIZZOL & ELEUTÉRIO, 2000). Da mesma forma, Fagundes & Yamanischi (2001), avaliando a qualidade e o preço de bananas nas CEASAS do Distrito Federal, afirmam que a qualidade inferior contribui para que o preço, principalmente ao nível de produtor, ainda permaneça não satisfatório.

Estima-se que as perdas do produto *in natura*, no ano de 2007, atingiram, em média, 46% do total produzido, refletindo no aumento dos preços e na diminuição considerada da qualidade sensorial dos produtos, assim deixa-se de se perceber quase R\$ 1,25 milhões anuais no aproveitamento e na agregação de valor aos subprodutos da banana (MOREIRA et al., 2007).

Na maioria das vezes, os problemas decorrentes do manejo pré-colheita, na colheita, nos sistemas de padronização, na classificação e embalagem em pós-colheita, no processamento agroindustrial e nas péssimas condições de transporte e comercialização, não são economicamente dispendiosas (MOREIRA et al., 2007).

Nesse sentido, a adoção de técnicas que visem reduzir as perdas, tanto de quantidade quanto de qualidade das bananas comercializadas, pode proporcionar em termos econômicos aumento da receita total, mantendo maior volume ofertado. Nessa situação, ocorre o aumento no consumo, proporcionalmente maior do que a redução na quantidade ofertada devido às perdas. Em outros termos, reduzindo-se as perdas, os varejistas poderiam disponibilizar maiores quantidades a menores preços para a sociedade e, assim, obter os lucros adequados. Ao mesmo tempo poderá beneficiar a população, que em parte não tem poder aquisitivo para adquirir os produtos no mercado (VILELA et al., 2003).

Além da importância econômica, a banana é considerado como fruto de elevado valor nutritivo, rico em açúcares e sais minerais, principalmente cálcio – 8 mg, fósforo – 22 mg, ferro – 0,4 mg, sódio – < 0,4 mg, potássio – 358 mg (um terço das necessidades diárias recomendadas de potássio), vitamina A – 10 mcg, vitamina B1 – 92 mcg, vitamina B2 – 103 mcg, vitamina B3 – 0,82 mg e vitamina C – 17,3 mg (NEVES et al., 2009).

Ainda segundo Neves et al. (2009), o fruto da bananeira é conhecido como calmante intestinal, por estimular o apetite e as funções digestivas, graças a substâncias oleosas presentes na composição química do fruto, de efeito adstringente, que suaviza o

intestino delgado, grosso e reto, sendo também aplicada em casos de diarreia aguda ou crônica. Fácil de digerir, comumente é administrada às crianças a partir dos 6 meses de idade. Como quase não tem gordura, é indicada também nas dietas baixas em colesterol.

2.3. ETILENO

A primeira indicação de que o etileno natural existia foi descrita por Coussin (1910) citado por Breijo (2006), quando bananas colocadas dentro de frascos herméticos amadureceram mais rapidamente do que as bananas deixadas ao ar livre. Isso comprovou que a emissão desse gás era proveniente do próprio fruto e que o contato desse fitorregulador com os frutos proporciona o avanço na senescência dos frutos.

O etileno (C_2H_4) é um dos componentes químicos mais simples empregados para o amadurecimento de bananas. A taxa normal de etileno em câmaras frigoríficas é cerca de 10 ppm (CAMPOS et al., 2003). Breijo (2006) formalmente classificou o etileno como fitoregulador. Entretanto, em alguns casos, como por exemplo em tomate, o pico de produção de etileno ocorre após o pico de respiração (ROMBALDI et al., 1996). Assim, o etileno deve ser considerado como participante, do processo de amadurecimento junto a outros fatores bioquímicos, e que a ação individual não é exclusivamente capaz de ser a única responsável pelo processo de amadurecimento dos frutos.

A via de biossíntese do etileno compreende a conversão da S-adenosil metionina em ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano (ACC), sob a ação da ACC sintetase e a conversão do ACC em etileno, pela ação da enzima formadora do etileno (EFE) ou ACC oxidase (CHAVES et al., 1997). Lucena et al. (2004), estudando a biossíntese do etileno na banana, constataram que antes de iniciar o amadurecimento, a atividade da ACC (ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano) oxidase é baixa, tanto na casca, como na polpa. Imediatamente após o incremento da produção de etileno, a atividade da ACC oxidase na polpa aumenta para o máximo, em que coincide com o pico do etileno, depois decresce, seguindo o mesmo padrão da curva climatérica.

O etileno desencadeia várias modificações bioquímicas que determinam no amadurecimento e na senescência dos frutos. Esse se liga aos receptores presentes na membrana do retículo endoplasmático, transmitindo sinal fisiológico para a síntese de enzimas que atuarão nos processos bioquímicos característicos do amadurecimento, como degradação da parede celular e quebra da clorofila (TAIZ & ZEIGER, 2004). Rombaldi et al. (1996), em experimento com tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill),

afirmaram que o processo de amadurecimento/senescência acelerado, caracterizado por mudanças de coloração, textura, sabor e aroma, é precedido do incremento da síntese de etileno que desencadeia o aumento na intensidade respiratória. Esse fenômeno, chamado de pico climatérico, é acompanhado por mudanças importantes a nível de expressão de genes que parecem ser a origem do processo de maturação. Na banana, essas mudanças são bem definidas, visto que se trata de um fruto climatérico, ressaltando-se como fenômeno metabólico de maior importância. Essa respiração apresenta características marcantes, sendo o pico climatérico o momento de maior liberação de CO₂ pelo fruto, marcando o início de sua senescência (SILVA et al., 2006).

A pesquisa para o controle da ação do etileno tem sido realizada em várias espécies frutíferas, como a manga (NEVES et al., 2008), maçã (PINHEIRO et al., 2007; AMARANTE & STEFFENS, 2009; BRACKMANN et al., 2010), banana (BOTREL et al., 2002; SALES et al., 2004; SILVA et al. 2006; BRACKMANN et al., 2006), Kiwi (VIEIRA et al., 2010), caqui (NEVES., 2002; NEVES et al., 2004), além de hortaliças, flores, ou seja, culturas de significativo valor econômico e rápida deteriorização pós-colheita.

Em maçãs 'Royal Gala', o emprego do sachê de permanganato de potássio nas caixas contendo 18kg de frutos reduziu significativamente a concentração de etileno no interior das embalagens de polietileno em relação ao tratamento-controle, em todos os estádios de maturação, retardando o amadurecimento de maçãs 'Royal Gala' (AMARANTE & STEFFENS, 2009).

Segundo Neves et al. (2009), a banana, sendo considerado como fruto climatérico, apresenta elevada taxa respiratória e produção de etileno após a colheita, o que a torna altamente perecível. Esse hidrocarboneto gasoso pode difundir-se dentro e fora dos tecidos vegetais, podendo afetar a qualidade de produtos hortícolas, como a coloração, a firmeza de polpa, a textura e o sabor.

Lucena et al. (2004), em experimento com aplicação exógena de etileno, concluíram que os frutos de banana tratados com etileno apresentaram maturação mais rápida e uniforme, quando comparados com os não tratados. Da mesma forma, a banana-'Nanicão' climatizada e comercializada na região de Cuiabá – MT, apresentou a vida útil reduzida, entre 2 e 3 dias após o desverdecimento, com elevados índices de perdas pós-colheita representados, principalmente, por danos mecânicos e fisiológicos. Assim, as condições da climatização interferiram na vida pós-colheita da banana cv. Nanicão (CAMPOS et al., 2003).

Brackmann et al. (2006), trabalhando com a adsorção de etileno pelo uso de sachês adsorventes em bananas 'Prata', afirmam que o etileno foi o principal fator responsável pelo amadurecimento de bananas, e que a inibição da ação mantém a melhor qualidade da banana 'Prata-Anã', tanto no armazenamento a 25°C como a 12°C. Porém, esse efeito é melhorado na presença elevada de CO₂ com atmosfera controlada ou modificada. Nascimento Júnior et al. (2008), utilizando o 1-MCP para controlar a ação do etileno, verificaram que a aplicação do 1-MCP atrasou o avanço da coloração de nível 8 da casca por três dias e, significativamente, reduziu as taxas de produção dos ésteres voláteis, fator que influencia na aceitação das bananas pela formação do aroma característico do fruto.

2.4. ARMAZENAMENTO REFRIGERADO

O emprego da refrigeração pode prolongar o período de conservação dos frutos (PFAFFENBACH, 2003). Isso permitiria abastecer mercados consumidores por períodos mais prolongados, vencendo, inclusive, as distâncias territoriais da região produtora à região consumidora. A ação conjunta da utilização da cadeia do frio e da embalagem adequada mantém a qualidade da banana até que ela chegue à mesa do consumidor (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Dentre os vários fatores que prejudicam o aumento da exportação, estão aqueles relacionados à alta perecibilidade, inviabilizando a competitividade do produto brasileiro no exterior (COCOZZA, 2003). Para satisfazer esse ponto, os importadores exigem que os frutos cheguem aos destinos com a máxima vida-útil possível, o que obriga os exportadores, nas remessas por via aérea, efetuarem ao longo da semana múltiplos embarques de pequenas quantidades para os clientes (MARQUES & NOGUEIRA, 2000). Como alternativa, a utilização do transporte marítimo sob refrigeração é a opção para viagem aos mercados europeu e americano (COCOZZA, 2003).

Os produtos frescos, como frutos e hortaliças, possuem atividade fisiológica que se mantém após a colheita pelo consumo de reservas. A temperatura de armazenamento do produto pode ser considerada como a maior determinante da taxa respiratória, observando-se redução de 2 a 4 vezes nessa taxa a cada decréscimo de 10° C na temperatura. Assim, o adequado gerenciamento da temperatura na pós-colheita é essencial para tornar lenta a deterioração química, física e fisiológica dos produtos

frescos (VIVIANI & LEAL, 2007).

O armazenamento refrigerado associado à utilização da atmosfera modificada destaca-se como possibilidade no prolongamento da vida útil dos frutos, refletindo na dilatação do período de comercialização (SILVA et al., 2009). A refrigeração pode ser aliada a outros métodos. Entretanto, frutos sensíveis a danos pelo frio (chilling) devem ser armazenados sob temperaturas acima das mínimas de segurança, ou seja, que não promovam tal desordem fisiológica. Bananas 'Prata-Anã' refrigeradas em temperaturas abaixo de 12°C, por 2 semanas, desenvolveram chilling (MARTINS et al., 2007). Por outro lado, Lichtemberg et al., (2001), concluíram que bananas do subgrupo Prata podem ser expostas a temperaturas inferiores a 12 °C durante o armazenamento, o que pode viabilizar o transporte a longas distâncias. Porém, o tempo de armazenagem refrigerada a 12 °C pode aumentar a intensidade dos danos causados aos frutos pelas baixas temperaturas. Nesse sentido, o binômio tempo x temperatura pode ser considerado como vital para o planejamento adequado do armazenamento refrigerado de bananas (MARTINS et al., 2007; NEVES et al., 2008).

Atualmente, não existe nenhum método capaz de evitar completamente os danos de frio causados pelo armazenamento refrigerado. O método básico de controle consistem no armazenamento dos produtos em temperaturas adequadas, que permitam a melhor adaptação do metabolismo fisiológico dos frutos à temperatura praticada durante o armazenamento refrigerado. Martins et al. (2007), realizando experimento com bananas 'Prata-anã', concluíram que os frutos armazenados a 10 e 12°C, por 35 dias, apresentaram, em média, teores de amido semelhantes entre si, embora inferiores aos dos frutos controle (recém colhidos). Isso pode indicar que o início da degradação do amido, durante o armazenamento refrigerado, independe da temperatura de armazenamento refrigerado (AR). Neste sentido, os frutos controle (recém-colhidos) apresentaram os mesmos teores de açúcares e sólidos solúveis (SS), independentemente da idade dos cachos dos quais foram provenientes. Assim, o armazenamento refrigerado (AR) determinou, independentemente da temperatura de armazenamento, incrementos nos teores de açúcares e SS, coerentes com a degradação do amido. Vale ressaltar que a conversão de amido em açúcares, com conseqüente acúmulo de sólidos solúveis (SS), consiste num importante evento durante o amadurecimento de bananas, responsável por modificações sensoriais desejáveis, no sabor e textura, tornando-se aptas ao consumo.

O armazenamento a 12°C foi considerado como fator importante no retardo do desenvolvimento das lesões em bananas, quando avaliados os danos mecânicos e o

efeito de fungicidas no controle da antracnose (COELHO et al., 2010).

A refrigeração atua retardando o amadurecimento e, nesse sentido, segundo Fernandes et al. (2010) bananas 'Nanicão' de coloração totalmente verdes e armazenadas por 38 dias a 13 °C e 28 dias a 25 °C não completaram o processo de amadurecimento, com reduzido aumento de sólidos solúveis, açúcares totais e redutores, além de elevada perda de massa.

Frutos de banana armazenados totalmente verdes por 17 dias a 13 °C, e posteriormente levados para o processo de climatização, amadureceram completamente, porém, verificou-se nesse caso, menores teores de açúcares e elevada perda de massa, independentemente da temperatura de armazenamento. O autores desse trabalho concluíram que a temperatura de armazenamento refrigerado foi eficiente para retardar o amadurecimento dos frutos e bananas 'Nanicão' (FERNANDES et al., 2010).

2.5. ADSORVEDOR DE ETILENO

As bananas, como todo fruto climatérico, sofrem transformações durante todo o processo de maturação e amadurecimento (NEVES et al., 2009). A produção e a sensibilidade ao etileno, dentre outros fatores, é dos mais importantes ao processo de amadurecimento dos frutos. Das características mais marcantes de frutos climatéricos está a capacidade de exibir produção autocatalítica de etileno. Essa substância, produzida naturalmente pelos vegetais é o fitoregulador atuante no amadurecimento de frutos climatéricos, acelerando, desse modo, a velocidade do metabolismo relacionado ao amadurecimento e senescência (COCOZZA, 2003).

Em bananas, assim como em outros frutos, verifica-se que a remoção e/ou a redução da concentração de etileno no ambiente de armazenamento são eficientes em prolongar a vida pós-colheita (VIEIRA et al., 2010). Isso pode ser feito por meio de adsorvedores, como o permanganato de potássio (KMnO_4) em sachês ou impregnado em embalagens plásticas (embalagem ativa) ou ainda, em filtros químicos (AMARANTE & STEFFENS, 2009). Esses oxidam o etileno liberado pelo próprio fruto durante o amadurecimento, prolongando a fase pré-climatérica e a vida pós-colheita. A oxidação do etileno pelo KMnO_4 leva à formação, inicialmente, de acetaldeído (CH_3CHO), sendo esse oxidado a ácido acético (CH_3COOH), que havendo KMnO_4 suficiente, será convertido em água (H_2O) e gás carbônico (CO_2) (ROCHA, 2005).

Os adsorvedores de etileno são utilizados, atualmente, em frutos como maçã, manga, mamão papaia, abacate, uva, caqui, goiaba, banana dentre outros; em hortaliças como batata, cebola, tomate, cenoura, couve-flor, alho e também em flores como antúrios, rosas, orquídeas, cravos e crisântemos com resultados sempre convincentes (SOLOESTE, 2009).

Rocha (2005) afirma que o KMnO_4 é o primeiro adsorvedor químico de etileno adaptado para pequeno volume de armazenamento. Entretanto, é consumido rapidamente, precisando ser renovado durante o período de conservação. Geralmente, esse tratamento é associado à atmosfera modificada (AM), muitas das vezes em embalagens de polietileno, visando a retardar o amadurecimento dos frutos (OLIVEIRA et al., 2006).

Brackmann et al. (2006), concluíram que a adsorção do etileno mantém a melhor qualidade da banana 'Prata', tanto no armazenamento a 25° C como em 12° C, sendo o principal fator responsável pelo amadurecimento de bananas. Porém, o efeito foi potencializado na presença de CO_2 em concentrações elevadas atmosfera controlada (AC) ou AM. Segundo esses autores, a banana 'Prata' pode ser armazenada em atmosfera modificada durante 14 e 21 dias, a 25°C e 12°C, respectivamente, e por 28 dias em AC a 12°C, sempre com o sistema de adsorção do etileno. Neves et al. (2008) verificaram que as menores concentrações de etileno detectadas no interior das embalagens de PEBD (polietileno de baixa densidade) foram observadas quando acondicionadas com o sachê adsorvedor, sugerindo, portanto, a relação fisiológica entre a diminuição dos níveis de etileno livre.

A utilização de sachês é permitida para o uso alimentício, e recomenda-se para pequenos espaços, como caixas de frutos e refrigeradores. Devido ao uso do adsorvedor de etileno, pode-se diminuir as perdas de qualidade e os descartes durante o transporte, armazenamento e a comercialização de produtos frescos (SOLOESTE, 2009).

Em experimento com caquis 'Fuyu', sob atmosfera modificada com adsorção de etileno e refrigeração, Neves et al. (2004) constataram que os tratamentos com a presença do adsorvedor obtiveram a maior manutenção da firmeza de polpa, os menores incrementos nos teores de sólidos solúveis (SS), a menor atividade metabólica, melhor manutenção do sabor. Enfim, possibilitaram o atraso na velocidade do metabolismo de amadurecimento e postergando a vida útil dos frutos.

2.6. ATMOSFERA MODIFICADA

Para atingir o objetivo de prolongar o período de conservação, pode-se associar a refrigeração à atmosfera modificada (AM) e/ou atmosfera controlada (AC). Em ambos os casos, o princípio básico é o mesmo: reduzir a concentração de O₂ e aumentar a de CO₂ (BRACKMANN, 2010), podendo-se ou não atuar na remoção do etileno. A diferença entre os sistemas estaria no método empregado para a mudança da atmosfera gasosa. Na atmosfera modificada o próprio metabolismo dos frutos, a permeabilidade e espessura do filme utilizado modificam a composição da atmosfera dentro da embalagem dos frutos (NEVES, 2002). Nesse caso, as concentrações dos gases dentro das embalagens são atingidas passivamente. As alterações ocorrerão em função da temperatura de armazenamento, do tipo de embalagem utilizado, da relação de frutos/volume da atmosfera, e evidentemente, do metabolismo do próprio fruto (MOSCA et al., 1999).

A atmosfera modificada pode ser resumida como a presença de barreira artificial à difusão de gases em torno do produto, que resulta na redução do nível de O₂, aumento do nível de CO₂, alteração na concentração de etileno e vapor d'água (LANA & FINGER, 2000). Sarantópoulos et al. (1996) afirmaram que são indicados para esse propósito filmes como polietilenos (PE), misturas e coextrusão de poliolefinas, PVC (policloreto de vinila), PS (poliestireno), filmes microperfurados e dentre outros e que no acondicionamento de frutos podem ser aplicadas embalagens ativas, principalmente com adsorvedores de etileno e o uso do vácuo.

A AC consiste em reduzir, de forma ativa, a concentração de O₂ e aumentar a de CO₂, visando o retardamento da senescência por meio da redução do processo respiratório, baixando os níveis de O₂ e elevando os níveis de CO₂. Isso, conseqüentemente, reduz a síntese e a ação do etileno sobre o metabolismo de frutos e vegetais (BRACKMANN et al., 2010).

Neves et al. (2008) trabalhando com mangas, concluíram que a diminuição da concentração de etileno livre no interior das embalagens teve influência direta na manutenção das características qualitativas das mangas cv. Tommy Atkins e Haden. Contudo, sempre que possível, deve-se fazer o uso do sachê adsorvedor juntamente com o armazenamento refrigerado (AR), melhorando ainda mais a conservabilidade desses frutos. Em caquis 'Fuyu', sob atmosfera modificada com adsorção de etileno, atribuiu-se a diminuição da velocidade dos processos relacionados ao amadurecimento a

embalagem de PEBD de 0,022 m de espessura, com capacidade para 12 frutos, onde possibilitou período seguro de armazenamento refrigerado (AR) de 90 dias. (NEVES et al., 2004).

A vida pós-colheita dos frutos é limitada também pela deterioração fisiológica, causada pelo amadurecimento e no desenvolvimento de patógenos que ocasionam podridões (SILVA et al., 2009). Além disso, a perda de umidade pode atingir níveis que causam enrugamento e murchamento, comprometendo o aspecto visual e reduzindo o valor comercial dos frutos (PFAFFENBACH et al., 2003). Segundo Jerônimo (2000), o emprego da refrigeração pode prolongar o período de conservação dos frutos, e o uso da atmosfera modificada durante o armazenamento refrigerado pode reduzir os danos ocasionados pela respiração e transpiração, como a perda de massa fresca e as mudanças na aparência dos frutos.

Segundo Coccozza (2003), a embalagem deve funcionar como membrana que reduz a perda de umidade e o ataque de microrganismos. O uso da atmosfera modificada, bem como de qualquer outro tratamento pós-colheita, destina-se, principalmente, a frutos com significativo valor comercial que propiciem retorno econômico ao valor investido no tratamento realizado (NEVES et al., 2002).

O elevado custo da câmara frigorífica com atmosfera controlada tem estimulado a procura de métodos mais simples e baratos de modificação da concentração de gases ao redor e no interior dos frutos. Na atmosfera modificada, segundo Chitarra & Chitarra (2005), colocam-se os frutos em embalagens de polietileno, onde de forma ativa ou passiva, ocorre a modificação da concentração inicial dos gases presentes (O_2 , CO_2 e etileno). Essa modificação depende, basicamente, das características do filme plástico, em especial quanto à permeabilidade aos diferentes gases (NEVES et al., 2002).

A modificação da atmosfera pelo uso de filmes plásticos pode retardar o processo de amadurecimento dos frutos, pela alteração da concentração inicial dos gases presentes na embalagem (O_2 , CO_2 e etileno), sendo que, a concentração depende de alguns fatores como: taxa de permeabilidade a gases da embalagem, hermeticidade da soldagem, relação área e volume da embalagem e presença de adsorvedores (NEVES et al., 2009).

Kader (2002) afirmou que a seleção do filme plástico, que resultará na atmosfera modificada favorável, deve ser baseada na taxa respiratória e nas concentrações ótimas de O_2 e CO_2 para o produto. Para a maioria dos produtos, exceto aqueles que toleram elevados níveis de CO_2 , o filme adequado deve ser mais permeável ao CO_2 que ao O_2 .

Segundo Mosca et al. (1999), o O₂ é fundamental para que a respiração aeróbia continue ocorrendo normalmente, entretanto, baixas concentrações de O₂ podem levar a condição de anaerobiose.

O uso de filmes plásticos proporciona não apenas a redução da perda de umidade, mas também, aumenta a proteção contra danos mecânicos e proporciona a dilatação no período de comercialização (NEVES et al., 2002). Quando a embalagem de filme plástico é corretamente projetada, a composição gasosa no interior interfere na atividade metabólica do fruto ou da hortaliça, reduzindo-a, obtendo-se, por conseguinte, atraso no amadurecimento (MOSCA et al., 1999).

A utilização de filme plástico de PEBD evitou o enrugamento da casca dos mamões ao final de 32 dias de estocagem, devido à minimização das perdas de água. Além do que, a atmosfera modificada proporcionada pelo filmes de PEBD, alterou a atividade metabólica dos mamões cultivar Golden, diminuindo o amolecimento inicial, retardando o incremento de sólidos solúveis (SS), além de reduzir a concentração de ácidos orgânicos aos 32 dias de estocagem (PINTO et al., 2006).

Silva et al. (2009), trabalhando com uso de embalagens de PVC e refrigeração na conservação de atemóia, verificaram que o uso de embalagem não influenciou na coloração da casca, mas preservou a luminosidade da polpa e reduziu significativamente a perda de massa dos frutos. Nesse estudo, as maiores perdas de massa ocorreram nos frutos sem embalagem. O comportamento dos frutos em atmosfera modificada passiva também mostrou que a manutenção da matéria fresca pode ter sido devido ao possível aumento da umidade relativa do ar no interior da embalagem. Esse comportamento levou à diminuição do déficit de pressão do vapor de água desses em relação ao ambiente, explicando assim a menor perda de massa nos frutos embalados individualmente.

Em experimentos com figos verdes produzidos no Norte de Minas Gerais, o uso da embalagem de PVC e sacos plásticos, reduziu, drasticamente, a perda de massa fresca. Com o uso da embalagem, recomendou-se que os figos pudessem ser comercializados até os 35 dias de armazenamento a 1°C e 70% de UR. Nesse experimento, os figos não embalados deveriam ser comercializados somente até os 2 dias de armazenamento sob refrigeração (LIMA et al., 2005).

Jeronimo et al. (2007) concluíram que o melhor tratamento de atmosfera modificada, para manutenção da qualidade de mangas 'Tommy Atkins' foi o de acondicionamento individual dos frutos em bandejas transparentes de acetato, recoberta

com o filme de PVC esticável, com ou sem permanganato de potássio. Esses tratamentos contribuíram para a manutenção da apresentação do produto, além da preservação nas características físico-químicas. Os frutos acondicionados nas embalagens em saco polietileno de baixa densidade (PEBD) mostraram melhores resultados quanto à redução da perda de massa fresca. Porém, durante o armazenamento refrigerado (AR) ocorreu condensação de água na superfície interna dessas embalagens, promovendo opacidade e dificuldade de visualizar o fruto. Conseqüentemente, a atratividade do produto foi prejudicada, inviabilizando a comercialização dos mesmos.

2.7. DESVERDECIMENTO

A banana colhida próximo ao completo desenvolvimento fisiológico amadurece, muitas vezes, de forma desuniforme. Para homogeneizar o lote e proporcionar o amadurecimento mais rápido dos frutos, pode-se utilizar o processo de climatização (desverdecimento) ou amadurecimento controlado (BOTREL et al., 2001). O melhor período para aplicação de etileno nas bananas 'Nanica' irradiadas, sem o comprometimento da qualidade, foi entre 24 e 48 horas após a colheita (MANOEL, 2008).

Campos et al. (2003) afirmaram que as qualidades alimentícias e comerciais da banana são influenciadas pelas condições de amadurecimento e armazenamento, sendo necessária a indução do amadurecimento, também denominada de climatização e/ou desverdecimento, comumente realizado em câmaras de maturação controlada. Esses mesmos autores dizem que vários fatores devem ser controlados, dentre os quais, temperatura, umidade relativa, gás ativador de maturação, ar atmosférico, circulação de ar e exaustão, visando à melhor uniformização no grau de amadurecimento e comercialização dos frutos.

As bananas que são submetidas à climatização devem ter atingido o estágio de maturação fisiológica, ou seja, devem estar plenamente desenvolvidas, mas ainda com coloração verde intensa. Cachos que iniciaram o amadurecimento ainda ligados à planta, mesmo sendo submetidos a climatização, não apresentaram amadurecimento uniforme (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Segundo Silva et al. (2006), a eficiência da climatização (desverdecimento) pode estar associada a diversos fatores que afetam o amadurecimento. Dessa forma, deficiências na coloração da casca da banana após a climatização podem estar

associadas a demora entre a colheita e a embalagem dos frutos. Simão (1998) recomenda intervalo máximo de 72 horas entre a colheita e o armazenamento dos frutos em local arejado ou frigorificado, garantindo que quanto menor for esse intervalo, maior será a qualidade dos frutos.

O etileno é o hormônio vegetal volátil, que desempenha papel crucial no estímulo do amadurecimento dos frutos climatéricos. A liberação de etileno representa o estímulo que desencadeia rapidamente as modificações que resultam na transformação da banana em fruto apto para o consumo. Tais transformações envolvem mudanças na aparência, no sabor, no aroma e na textura (VILAS BOAS et al., 2001). Nesse sentido, Bisognin et al. (2007), consideraram que o aumento da biossíntese de etileno estimulou o processo de amadurecimento, atuando como fitorregulador natural dos frutos e ainda em processos fisiológicos como a quebra de dormência em tubérculos. Esse evento marca a transição entre as fases de crescimento e senescência no fruto (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Portanto, a aplicação de etileno exógeno na fase pré-climatérica do fruto desencadeia o processo de amadurecimento (SILVA et al., 2006).

Tradicionalmente, a indução da maturação (climatização) da banana é feita utilizando-se carbureto de cálcio, o qual libera o acetileno, quando umedecido, em volta das pencas, cobrindo-as com lona plástica (MEDINA, 2004). O carbureto de cálcio, quando em contato com água ou até mesmo com a umidade do ar atmosférico libera acetileno. O acetileno é análogo ao etileno, e quando empregado em concentrações maiores do que o etileno pode ocasionar efeito fisiológico similar nos tecidos vegetais (BISOGNIN et al. 2007). Outra alternativa para o carbureto de cálcio é o uso de ethephon (ácido 2-cloroetilfosfônico), princípio ativo dos produtos comerciais Ethrel® e Arvest, os quais liberam o etileno exógeno na casca dos frutos aumentando a intensidade e antecipando o pico respiratório de bananas o processo de maturação (NOGUEIRA et al. 2007). Na climatização, esses produtos são usados em baixíssimas concentrações, inferiores a 1%, não oferecendo riscos durante o manuseio e eventuais resíduos que possam permanecer na polpa da banana, não causando intoxicação após a ingestão (MEDINA, 2004).

Nesse sentido, Neves et al. (2009) afirmaram que o ethephon (Ethrel® ou similar) é alternativa ao uso do etileno, tendo como principal vantagem o fato de ser líquido, evitando assim, a necessidade de câmara do tipo hermética. Para cultivares do grupo AAB, tais como, 'Prata-Anã', Thap Maeo, Pacovan e o híbrido Pioneira, recomenda-se 166mL do produto comercial para 100L de solução. Para Nanica e

Nanicão utiliza-se 833mL para 100L de solução e banana tipo Terra 208mL para 100L de solução.

Nogueira et al. (2007) verificaram que o desverdecimento de bananas com a adição do acetileno nas doses de 30g.m^{-3} e 7 a 15g.m^{-3} de CaC_2 , acentuou a coloração amarela de bananas 'Nanica' e 'Pacovan', respectivamente, promovendo maior uniformidade do desenvolvimento da coloração e do amadurecimento. Além disso, verificou-se o aumento das taxas de degradação do amido e da clorofila, proporcionando acentuado aumento nos teores de açúcares redutores, uniformizando o desenvolvimento da coloração e o amadurecimento das bananas.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Aplicar tecnologias pós-colheita a bananicultura no estado de Roraima, utilizando métodos de armazenamento refrigerado, uso de filmes plásticos flexíveis de polietileno de baixa densidade (PEBD) para construção da atmosfera modificada (AM) e inibidores da ação do etileno, visando a diminuição da velocidade metabólica dos frutos.

3.2 – OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar diferentes métodos de embalagem, pelo uso de filmes plásticos flexíveis de polietileno de baixa densidade (PEBD) para constituição da atmosfera modificada (AM), utilizando-se ou não do sachê adsorvedor de etileno e do vácuo, em bananas ‘Prata-Anã’ produzidas em Roraima, visando a melhor qualidade e maior tempo de vida de prateleira durante a pós-colheita dos frutos.

- Avaliar a aplicação de métodos e tempos para desverdecimento de bananas ‘Prata-Anã’, permitindo a uniformidade e a padronização do amadurecimento em condições de refrigeração.

4 – ARTIGO A - Modificação Atmosférica e Controle de Etileno em pós-colheita para Bananas ‘Prata-Anã’ Cultivadas na Amazônia Setentrional Brasileira

4.1 - Resumo

Objetivando-se manter a qualidade e aumentar o tempo de prateleira durante a pós-colheita de bananas ‘Prata-Anã’, avaliou-se a eficiência do armazenamento refrigerado (AR) a $12\pm 1^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa (U.R.) de $93\pm 2\%$, da atmosfera modificada (AM) pelo uso de embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD) com 0,010mm de espessura, do vácuo e da utilização de sachê adsorvedor de etileno. As análises foram realizadas em intervalos de 5 dias após a colheita, até 35 dias de AR. As análises físicas, químicas e físico-químicas foram determinadas quanto a perda de massa fresca, pH da polpa, coloração da casca, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), concentração de CO_2 /etileno no interior das embalagens, açúcares totais e redutores, atividade enzimática da poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME), teor de pectina total e solúvel e teor de amido. Verificou-se que os frutos submetidos a embalagem de PEBD apresentaram as menores perdas de massa fresca quando comparado aos demais. Da mesma forma que os frutos embalados na presença do adsorvedor de etileno obtiveram a melhor manutenção na coloração da casca, as menores lesões na casca, atraso temporal do pico climatérico, assim como o retardamento nos incrementos de açúcares totais, sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT), as menores perdas de açúcares redutores, as menores concentrações de etileno nos interiores das embalagens, a estabilidade no pH, atraso temporal e a diminuição da atividade enzimática (PG e PME). Isso, possivelmente, proporcionou os maiores teores de pectina total e solúvel e de amido ao final do período experimental. Assim, concluiu-se que a combinação do uso da embalagem de PEBD com os sachês adsorvedores de etileno resultou no retardamento do processo de maturação dos frutos de banana ‘Prata-Anã’, proporcionando, comercialmente, a extensão da vida útil dos frutos em até 30 dias após a colheita.

Palavras chave: pós-colheita, qualidade, *Musa* sp., armazenamento refrigerado.

4.2 - Abstract:

ARTICLE A - Atmospheric Modification and Ethylene's Control in postharvest, for 'Prata-Anã' bananas cultivated in the Setentrional Brazilian Amazon

Aiming to keep the postharvest quality and increase the shelf-life of bananas 'Prata-Anã', it was evaluated the efficiency of cold storage at 12 ± 1 ° C and relative humidity (RH) at $93 \pm 2\%$, the modified atmosphere by the use of low density polyethylene (LDPE) bags with 0.010 mm thickness, vacuum and usins the ethylene adsorption sachet. Analyses were performed each 5 days after harvest, up to 35 days. The physical, chemical and physical-chemical analysis were conducted according to losses of fresh mass, pH of the pulp, peel color, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), CO₂/etileno concentration inside LDPE bags, total and reducing sugars, enzymatic activity of polygalacturonase (PG) and of pectin methyl esterase (PE), total and soluble pectin content and starch content. It was verified the fruit under LDPE bags showed the lowest losses of fresh weight when compared to the others. Likewise, as the fruits packed in the presence of ethylene adsorption sachet had the best maintenance in the color peel, the smallest lesions in the skin, delay of the climacteric peak, as the delay in the increments of total sugars, soluble solids (SS) and titratable acidity (TA), the lowest losses of reducing sugars, the lowest concentration of ethylene inside the LDPE bags, stability of the pH, delay and decrease of enzyme activity (PG and PE). This possibly resulted in the highest levels of total and soluble pectin and starch at the end of the experiment. Thus, it was concluded the combined use of LDPE bags with the ethylene adsorbents sachets resulted in delaying of the process of bananas 'Prata-Anã' ripening, providing, commercially, the extending of the fruits shelf-life.

Keywords: postharvest, quality, *Musa* sp., cold storage.

4.3 - Introdução

O Brasil destacou-se como 4º maior produtor mundial de bananas no ano de 2008 (FAO, 2011), com áreas de produção distribuídas por todo o território nacional, sendo na região Nordeste a maior produção e a menor na região Centro-Oeste (ALVES et al., 2007). Em Roraima existe produção de bananas em todos os municípios, onde cerca de 75% da produção destina-se a exportação (ADERR, 2010). Porém, a qualidade dos frutos é comprometida desde a colheita pela falta de técnicas adequadas à manutenção da qualidade dos frutos (NOGUEIRA et al., 2007). Assim, as bananas que se destinam ao mercado *in natura* deveriam apresentar elevado padrão de qualidade e características próprias para a comercialização, inclusive apresentando amadurecimento uniforme.

A banana é considerada como fruto climatérico, altamente perecível, pois apresenta elevação na taxa respiratória e produção de etileno que desencadeia o amadurecimento, dificultando a comercialização do produto em locais mais distantes. O etileno, composto orgânico volátil, se difunde dentro e fora das células, estimulando as modificações relativas ao amadurecimento como coloração, textura e sabor (PINHEIRO et al., 2007).

A respiração, combinada com outros fatores, principalmente ambientais, como a temperatura e umidade relativa, acelera certos processos como a transpiração e produção de etileno que por sua vez reduzem a vida útil do fruto da bananeira, devido à perda de qualidade e à rápida deterioração (CAMPOS et al., 2003).

A susceptibilidade à senescência, aliada à elevada sensibilidade a danos mecânicos, impede a comercialização dos frutos em locais distantes das áreas produtivas, principalmente quando não se utiliza cadeia do frio (SALES et al., 2004). Dentre outras, as alternativas para diminuição das perdas e da redução acelerada da qualidade são o uso da refrigeração, da atmosfera modificada (AM), da tecnologia de inibição da ação do etileno, e podendo ser aplicadas de maneira isolada ou combinada (NEVES et al., 2008). A refrigeração é essencial para tornar lenta a deterioração química, física e fisiológica dos produtos frescos (VIVIANI & LEAL, 2007). Associada ou não a ela, pode-se utilizar o polietileno de baixa densidade (PEBD) como embalagem, pois é um dos filmes que têm sido utilizados para proporcionar a atmosfera modificada (AM), apresentando permeabilidade seletiva aos gases emitidos durante a estocagem de frutos e minimizando também a transpiração (PINTO et al., 2006). Com o

objetivo de potencializar os efeitos no retardamento do metabolismo pós-colheita, pode-se associar os métodos anteriores aos sistemas de inibição do etileno. Dentre eles, está o sachê adsorvedor de etileno, que oxida o etileno liberado pelo próprio fruto durante o amadurecimento, prolongando a fase pré-climatérica e a vida pós-colheita (ROCHA, 2005).

Diante do exposto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o efeito da Atmosfera Modificada (AM) pelo uso de embalagem plástica, do vácuo e da adsorção de etileno, visando manter a qualidade das bananas 'Prata - Anã' produzidas em Roraima.

4.4 - Material e Métodos

O experimento foi realizado entre outubro e novembro de 2010, com frutos de bananeira 'Prata-Anã', colhidos na empresa Roraima Agrofrutas, situada na zona rural de Boa Vista/RR (latitude 2°50'06"N e longitude 60°40'28"W). A região de plantio é típica de cerrado, com predominância de latossolo amarelo, clima tropical úmido, Aw na classificação de Köppen e precipitação média anual de 1.750mm. O plantio foi conduzido com sistema de fertirrigação e tratos culturais adequados quanto ao manejo, espaçamento e controle de pragas e doenças. As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA) da Universidade Federal de Roraima (UFRR) e no Laboratório Pós-colheita da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita" (UNESP/FCA) campus de Botucatu/SP. Em campo, para determinação do ponto de colheita, foram observados e analisados parâmetros visuais das bananas levando em consideração o desaparecimento das quinas (angulosidades) da superfície dos frutos (CAMPOS et al., 2003), a coloração no estágio 1 (Von Loesecke, 1950 – citado por CEAGESP, 2006).

Após colhidos, os cachos foram transportados para a packing house da empresa Roraima Agrofrutas, onde passaram por pré-limpeza, eliminando-se a raquis e restos culturais. Em seguida, realizou-se o pré-resfriamento a $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 30 minutos (imersão em tanque com solução de água, com sulfato de alumínio e cloreto de cálcio a 2%) e a despalma. Os frutos foram então transportados em caixas plásticas (containers) de 20kg até o LTA/UFRR onde foram imersos em solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) a $2,5\% \cdot \text{L}^{-1}$ de água, por 10 minutos. O enxágüe e a secagem dos frutos foi

realizada sobre bancada expostas ao ar atmosférico do LTA ($22 \pm 1^\circ\text{C}$ e $75 \pm 3\%$ de U.R.), por 30 minutos.

Os frutos foram uniformizados em buquês (de 3 a 5 dedos) apresentando em média $447 \pm 50\text{g}$ de massa fresca, medindo de $0,16 \pm 0,01\text{m}$ de comprimento e $0,133 \pm 0,01\text{m}$ de diâmetro, e a coloração 1 na escala de Von Loesecke (1950), adotada pela CEAGESP (2006), sendo selecionados e padronizados pelo tamanho e pela ausência de danos/defeitos visuais. Cada buquê constituiu-se numa unidade amostral – UA. Foram realizadas análises preliminares visando-se caracterizar as bananas colhidas, verificando-se então o pH médio de 5,63, sólidos solúveis (SS) médio de $3,60^\circ\text{Brix}$ e acidez titulável (AT) média de 2,32% de ácido cítrico. 100g^{-1} de polpa. Os tratamentos foram então assim dispostos:

T1 – Controle (sem embalagem, sistema de adsorção de etileno nem vácuo);

T2 – Embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD), com 0,010mm de espessura (único lado), área de permeabilidade de 805cm^3 , taxa de permeabilidade a oxigênio (TPO_2) de $11.234\text{cm}^3.\text{m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ e taxa de permeabilidade a gás carbônico (TPCO_2) de $36.705\text{cm}^3.\text{m}^{-2}.\text{d}^{-1}$;

T3 – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno (sachê de 10g, marca Always Fresh®, do fabricante Soloeste, contendo “pellets” impregnados com permanganato de potássio);

T4 – embalagem de PEBD + vácuo (-600 mmHg); e,

T5 – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno + vácuo.

Após a aplicação dos tratamentos, as unidades experimentais foram armazenadas em câmara frigorífica a $12 \pm 1^\circ\text{C}$ e U.R. de $93 \pm 2\%$, durante 35 dias. Os dados analíticos foram coletados em triplicata, em intervalos de 5 dias a partir da data da colheita, até os 35 dias de armazenamento refrigerado. Sempre 12 horas antes do início das análises, os frutos eram retirados do armazenamento refrigerado (AR), visando a elevação da temperatura dos frutos até o equilíbrio com o ambiente do LTA.

Em cada dia de análise foram avaliadas as seguintes variáveis respostas:

1 – Perda de massa fresca: quantificada pela variação percentual (%) da massa fresca de cada unidade amostral (buquê) no decorrer do experimento, em cada período de análise, em comparação a massa fresca inicial da unidade experimental na instalação do experimento.

2 – Coloração: avaliado pelo aspecto externo do fruto quanto a coloração da

casca, seguindo a escala subjetiva de valores de Von Loesecke (1950) adotada pelas Normas de Classificação de Banana da Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo – CEAGESP, (2006), atribuindo-se notas da seguinte forma: 1: totalmente verde 2: verde com traços amarelos; 3: mais verde do que amarelo; 4: mais amarelo do que verde; 5: amarelo com ponta verde; 6: amarelo e 7: amarelo com áreas marrons.

3 – Lesões na casca: avaliação da existência de lesões superficiais na casca dos frutos, sendo medidas em centímetros (cm) onde, a partir daí, foram atribuídos notas variando a gravidade das lesões e conforme a seguinte escala subjetiva de valores (Adaptado de SANCHES et al., 2008): 1: sem lesão; 2: lesões muito leves (até 0,5cm na maior extensão); 3: lesões leves (> 0,5cm < 1,5cm na maior extensão); 4: lesões médias (>1,5 < 2,5cm na maior extensão); 5: lesões graves (> 2,5cm na maior extensão); 6: lesões graves (> 2,5cm com sintomas microbiológicos).

4 – Concentração de etileno e CO₂ (curva de respiração): com o auxílio de seringas hipodérmicas foram coletadas amostras de 5mL da atmosfera gasosa das embalagens de PEBD, de cada repetição, de todos os tratamentos com embalagem, assim como descrito por Neves et al. (2006). Porém, para os frutos do tratamento controle (sem embalagem), foram acondicionados 1kg±55g de frutos (na repetição), em recipientes herméticos com capacidade unitária de 5,0L durante 1 hora a 22,0±1,0°C. Passado esse período, foram coletados, com auxílio de seringa hipodérmica, 5,0mL da atmosfera gasosa de cada recipiente para dosagem do etileno e do CO₂. A concentração de etileno foi quantificada por cromatografia gasosa utilizando cromatógrafo a gás marca Varian®, modelo 3300, equipado com coluna de aço inox 1/8”, preparado com Porapak® N e detector de ionização de chama. A concentração de CO₂ foi quantificada em cromatógrafo Shimadzu® CR 950, equipado com sistema de detecção por condutividade térmica. Foram utilizados como padrões soluções de etileno e CO₂ a 100 mg.Kg⁻¹ e 5%, respectivamente para cada gás. Os resultados foram expressos em µl de etileno. Kg⁻¹.h⁻¹ e mg de CO₂.Kg⁻¹.h⁻¹.

5 – pH (potencial hidrogeniônico): determinado com phmetro digital Marca Gehaka, Modelo PG1800, diretamente na polpa da banana (IAL, 2008);

6– Acidez titulável (AT): foi determinada por titulometria de neutralização, pela titulação de 10g de polpa triturada, homogeneizada e diluída para 100mL em água destilada, com solução padronizada de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1N, com ponto de viragem no pH 8,2. Os resultados foram expressos em % de ácido cítrico.100g⁻¹ de polpa (IAL, 2008);

7 – Atividade enzimática (enzima pectinametilesterase – PME; enzima poligalacturonase - PG): pectinametilesterase (PME) foi determinada segundo Jen & Robinson (1984), onde analisou-se a capacidade da enzima em catalisar a desmetilação de pectina correspondente a $1\mu\text{mol}$ de NaOH por minuto nas condições de ensaio. Os resultados foram expressos em μmol de NaOH. $\text{g}^{-1}.\text{min}^{-1}$. A poligalacturonase (PG) foi determinada segundo Pressey & Avants (1973), onde analisou-se a capacidade da enzima em catalisar a formação de $1\eta\text{mol}$ de açúcar redutor por minuto por grama de amostra. Os resultados foram expressos em ηmol de AC.red. $\text{g}^{-1}.\text{min}^{-1}$

8 – Pectina total e solúvel: foram extraídas seguindo a técnica de McCready e McCoomb (1952) e determinadas colorimetricamente pela reação com carbazol, segundo a técnica de Bitter e Muir (1962). Os teores de pectina total e solúvel foram expressos em porcentagem (%) de ácido galacturônico. 100g^{-1} de polpa.

9 – Amido: Pesou-se $1,0\text{g}$ de amostra, previamente seca em erlenmeyer de 250mL . Adicionou-se a essa 50mL de ácido clorídrico (HCl) a 1M ($8,5\text{mL}$ de HCl em 1 litro destilada). Os erlenmeyers foram fechados com tampão de algodão envolvido por filme plástico auto-aderente. Os frascos contendo as amostras foram colocados em recipiente plástico para microondas com água no fundo suficiente para evitar secar. Os erlenmeyers permaneceram em microondas durante 20 minutos na potência máxima. Após esse período, o amido se transformou em açúcares e algumas gotas foram retiradas para o teste com Lugol (Iodo em iodeto de potássio) - tornando amarela a solução. A seguir, a amostra foi neutralizada com NaOH 10% (100g NaOH/L de água) usando 3 gotas de fenilfetaleína como indicador até que a coloração da solução ficasse rósea. Os resultados foram expressos em mg de glicose. 100g^{-1} de polpa.

10 – Sólidos Solúveis (SS): foi determinado por refratometria, com o emprego de refratômetro portátil, modelo – RT 30ATC. Os resultados foram expressos em °Brix (IAL, 2008);

11 – Açúcares totais e redutores: foram determinados segundo a metodologia de Nelson (1944) e os resultados expressos em mg de glicose. 100g^{-1} de polpa.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com o esquema fatorial 5×7 (tipos de acondicionamento x dias de análises) com 3 repetições, sendo cada repetição composta de 2 unidades amostrais (UA). Feita a análise exploratória dos dados, constatou-se que os mesmos seguiam distribuição normal, os erros eram independentes e apresentavam homocedasticidade. Assim, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e a comparação de médias foi efetuada

pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade estatística.

4.5 - Resultados e Discussões

1 – Perda de massa fresca:

Verificou-se o efeito positivo do uso da embalagem como fator determinante para observação dos menores percentuais de perda de massa fresca nos frutos (Figura 1). Assim, os frutos armazenados sem o uso da embalagem plástica foram os que apresentaram as maiores perdas de massa fresca percentuais, com significativa diferença estatística quanto aos demais tratamentos. Nesse sentido, detectou-se o comportamento normal dos frutos embalados em PEBD ao longo do tempo, evidenciando-se que os frutos estavam em pleno metabolismo respiratório, levando-se em consideração os tratamentos utilizados no presente trabalho.

Segundo Chitarra & Chitarra (2006), existe redução no teor de umidade durante o armazenamento dos frutos, justamente devido à diferença de pressão do vapor de água entre o fruto e o ambiente. A perda de massa fresca máxima admitida segundo Finger & Vieira (1997) para a maioria dos produtos hortícolas frescas, sem o aparecimento de murcha e/ou enrugamento da superfície, oscila entre 5 e 10%, sendo que essa perda máxima aceitável e específica varia em função da espécie e do nível de exigência dos consumidores.

Neste sentido ressalta-se que a maior diferença da perda percentual de massa fresca entre os frutos ocorreu aos 35 dias após a colheita, sendo que as maiores perdas foram observadas nos frutos do tratamento sem a embalagem. As menores perdas foram constatadas nos frutos acondicionados nos filmes plásticos de PEBD contendo o sachê adsorvedor e submetidos ao vácuo. Silva et al. (2006), trabalhando com amadurecimento de bananas ‘Prata’ climatizadas em diferentes dias após a colheita, observaram perdas graduais de massa fresca nos frutos em todos os tratamentos testados. Ainda, que essas perdas foram tanto maiores quanto maiores foram os graus de amadurecimento dos frutos. Ou seja, o mesmo observado neste trabalho, porém com maior intensidade nos frutos acondicionados sem a presença do sachê adsorvedor ao final do experimento. Assim, o uso do sachê não apresentou influência significativa sobre a perda de massa fresca dos frutos. Contudo, aos 30 dias de armazenamento refrigerado (AR), a combinação tecnológica do sachê adsorvedor, do vácuo e da embalagem plástica foi estatisticamente superior aos demais tratamentos embalados, o que nos revela a desaceleração nos processos bioquímicos dos frutos, diminuindo assim a perda de massa fresca nesses frutos, nesse período de análise.

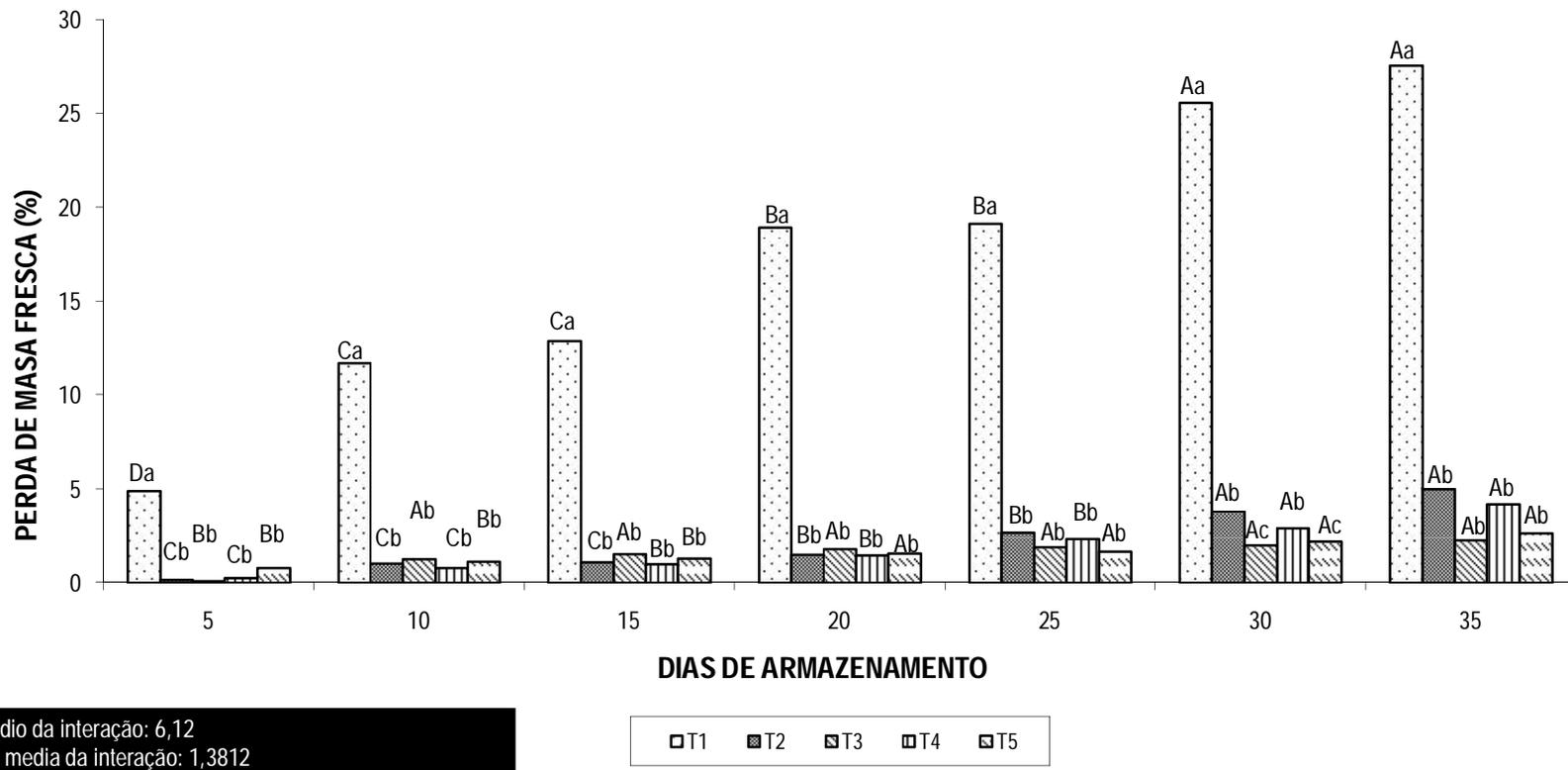


Figura 1 – Perda de massa fresca em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Controle (sem embalagem, sistema de adsorção de etileno nem vácuo); **T2** – Embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD); **T3** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno; **T4** – embalagem de PEBD + vácuo; e **T5** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno + vácuo) visando a modificação atmosférica e controle de etileno, Boa Vista – RR, 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de armazenamento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O efeito metabólico observado pelo uso de embalagens de PEBD deveu-se, segundo Coccozza (2003), a permeabilidade reduzida do filme plástico com o meio externo, diminuindo as trocas gasosas. Nesse sentido, analisando o período de armazenamento refrigerado dos frutos, verificou-se que as menores porcentagens de perda de massa fresca ocorreram aos 5 dias, havendo comportamento padrão de aumento, sendo as maiores perdas concentradas aos 30 e 35 dias após a instalação do experimento.

Segundo Jerônimo (2000), as embalagens plásticas associadas ao AR na conservação pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’ e ‘Palmer’, o emprego da refrigeração prolongou o período de conservação dos frutos. Nesse mesmo estudo o uso de embalagem plástica reduziu os danos oxidativos ocasionados pela respiração e transpiração, como a perda de massa fresca e a mudança na aparência dos frutos. Da mesma forma, Coccozza (2003) afirmou que a embalagem pode funcionar como membrana que reduz a perda de umidade e o ataque de microrganismos. No entanto o uso da atmosfera modificada, bem como de qualquer outro tratamento pós-colheita, destina-se, principalmente, a frutos com expressivo valor comercial que propiciem retorno econômico ao valor investido (NEVES et al., 2002). Nesse sentido, considerando-se a importância social e econômica da bananicultura em Roraima, os métodos de conservabilidade de bananas podem influenciar diretamente na lucratividade dos produtores visto que, a perda de massa fresca pode representar prejuízo elevado na venda do produto final (ADERR, 2010). Da mesma forma, o fruto que perde umidade, e conseqüente massa fresca, tem prejudicadas as condições de aparência, palatabilidade e a condição nutricional adequada dos frutos, prejudicando a aceitabilidade da banana pelo consumidor final (MOREIRA et al., 2007).

Portanto, pelos resultados apresentados, o uso do PEBD proporcionou o desenvolvimento da atmosfera modificada passiva que limitou as trocas gasosas entre os frutos e o ambiente externo, fazendo com que houvesse maior concentração de CO₂ e etileno no interior das embalagens. Dessa forma, esse resultado ocasionou as menores perdas de massa fresca nos frutos embalados. Comparando-se esse efeito a evolução da coloração (Figura 2), dos SS (Figura 10), e da Acidez titulável (Figura 7), pode-se inferir que a combinação da embalagem de PEBD e a presença de sachê adsorvedor de etileno foi o método que melhor retardou o amadurecimento das bananas ‘Prata-Anã’, aumentando a vida pós-colheita dos frutos.

2 – Coloração da casca:

As variações na coloração da casca das bananas (Figura 2), ocorridas durante o amadurecimento dos frutos, possivelmente estariam relacionadas com processos degradativos e/ou sintéticos dos pigmentos presentes nos frutos (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Nesse sentido, como descrito na metodologia, os tratamentos foram constituídos com frutos no nível 1 (Von Loesecke, 1950 – citado por CEAGESP, 2006), e em alguns desses, principalmente os não expostos ao sachê adsorvedor de etileno, evoluíram a coloração próximo ao nível 7 (amarelo com manchas marrons) ao final do experimento.

Segundo Silva et al. (2006), durante o amadurecimento de bananas, a degradação da coloração verde é intensa, ficando visível a pré-existência dos pigmentos carotenóides, de coloração amarelada a alaranjada, enquanto que a síntese de outros pigmentos é realizada em níveis relativamente pequenos. Contudo, a velocidade de degradação da coloração verde pôde ser considerada como indicativo válido da condição de amadurecimento dos frutos (NOGUEIRA et al., 2007) aqui trabalhados e, conseqüentemente, do potencial de conservação e longevidade nas bananas ‘Prata’ produzidas em Roraima.

Nesse sentido, durante o período de AR, observou-se influência significativa dos tratamentos testados, provando que mesmo sob condições de AM mais a presença do sachê adsorvedor ocorreu a evolução na coloração. Porém, a velocidade metabólica desse processo ocorreu de forma mais lenta nos frutos expostos ao sachê adsorvedor de etileno. Por outro lado, somente verificou-se diferenças significativas entre os tratamentos a partir dos 15 dias, intensificando-se aos 25, 30 e 35 dias de experimento, ou seja, próximos, supostamente, do período final de comercialização dos frutos. Esses resultados permitem a pressuposição de que o metabolismo respiratório das bananas se torna mais intenso após 15 dias de AR, nas condições aqui descritas.

Desta forma, atribuiu-se ao tratamento como sachê adsorvedor, o efeito retardativo, principalmente quanto a redução do etileno livre observada no interior das embalagens, como observado na Figuras 4b, o que supostamente refletiu na diminuição do efeito desse fitorregulador no desverdecimento dos frutos. Brackmann et al. (2006), testando o efeito do adsorvedor de etileno contendo permanganato de potássio em bananas ‘Prata’, verificaram que a adsorção de etileno resultou em bananas com maior firmeza de polpa e menor escurecimento da casca. Entretanto, no mesmo trabalho, a coloração da casca

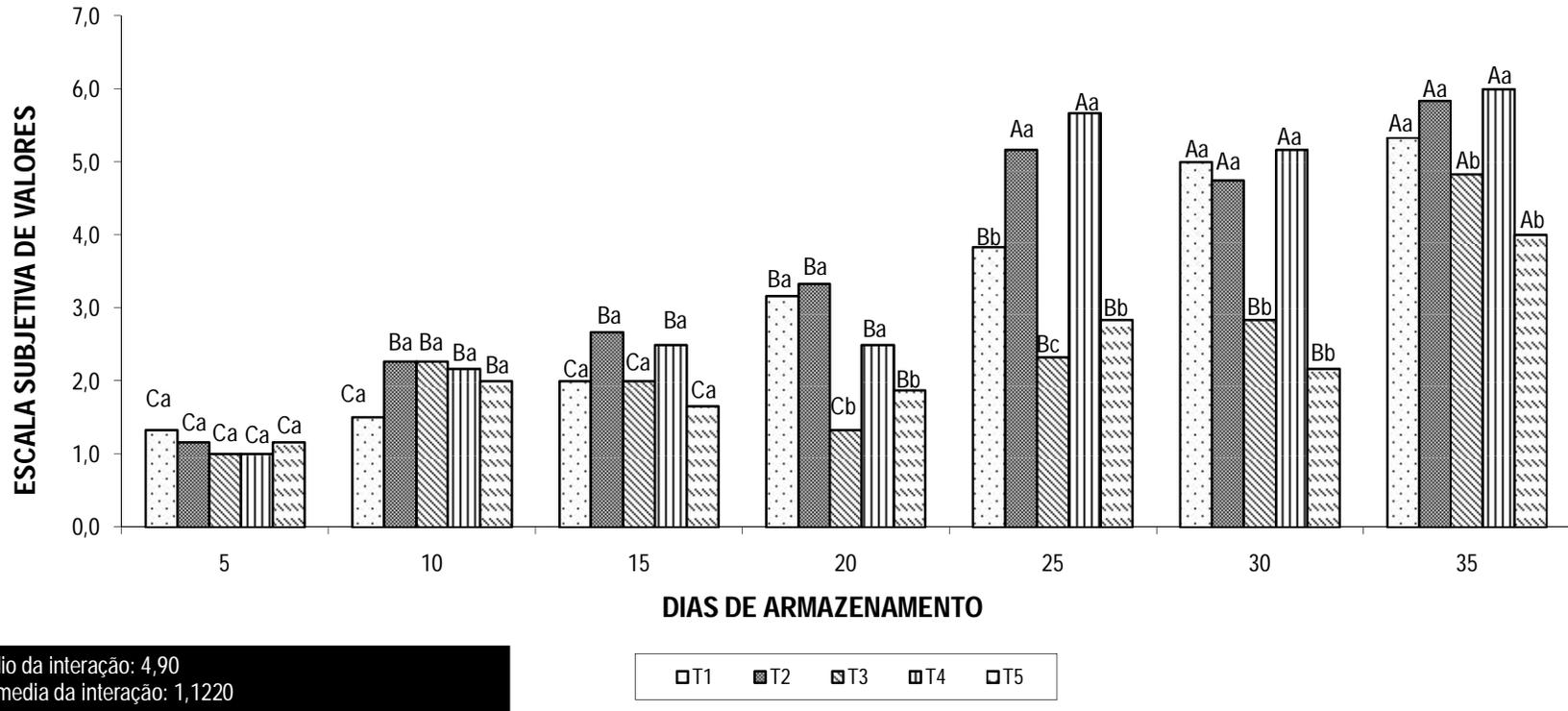


Figura 2 – Coloração em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Controle (sem embalagem, sistema de adsorção de etileno nem vácuo); **T2** – Embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD); **T3** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno; **T4** – embalagem de PEBD + vácuo; e **T5** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno + vácuo) visando a modificação atmosférica e controle de etileno, Boa Vista – RR, 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de armazenamento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

ficou mais esverdeada nos frutos armazenados em AM com a adsorção de etileno do que somente no AR, também com o sistema de adsorção de etileno. Possivelmente esse resultado esteja relacionado ao efeito da modificação da atmosfera na diminuição na atividade das enzimas clorofilases e dos sistemas oxidantes, em função dos reduzidos níveis de O_2 combinado com os elevados níveis de CO_2 , detectado nas embalagens (Figura 4a). Tais observações corroboraram com os resultados encontrados no presente trabalho, haja vista a menor velocidade das reações bioquímicas nos tratamentos com adsorção de etileno.

3 – Lesões na casca:

Os frutos submetidos aos tratamentos com uso da embalagem, necessitaram de maior espaço de tempo para que a refrigeração influenciasse a velocidade do metabolismo dos frutos. Porém, a ausência da embalagem permitiu a livre perda de umidade para o ambiente externo (Figura 1), acelerando as modificações indesejáveis nos frutos, como por exemplo o aparecimento de lesões na casca (Figura 3). Assim sendo, o uso de filmes plásticos além de proporcionar a redução da perda de umidade, também aumentou a proteção contra o aparecimento de lesões na casca (Figura 3), permitindo a ampliação do período de comercialização.

Individualmente, as lesões na casca não foram suficientes para concluir se o sachê adsorvedor de etileno foi ineficiente. Entretanto, ao observar-se os outros parâmetros analisados no presente trabalho, como a perda de massa fresca (Figura 1), a evolução dos teores de SS (Figura 10), teor de amido (Figura 10), pectina total e solúvel (Figura 8a e 8b), pode-se relacionar os resultados obtidos junto ao parâmetro da casca, permitindo uma análise mais generalizada e conclusiva. Nesse sentido, considerando-se a escala de lesões na casca, possivelmente causada por danos mecânicos, verificou-se que ocorreu comportamento de aumento nas lesões no decorrer do experimento, para todos frutos de todos os tratamentos. No entanto, somente aos 20 dias de AR foi constatado que os menores danos apresentados ocorreram nos frutos embalados e submetidos ao vácuo.

Por outro lado, a partir de 30 dias de AR, verificou-se que os frutos armazenados com o sachê adsorvedor e o vácuo apresentaram as menores áreas com lesões na casca, com diferença estatística quando comparado aos demais tratamentos. Assim, como ocorreram lesões na casca durante todo o período experimental, com os menores valores encontrados no início e os maiores ao final, pode-se afirmar que a utilização da

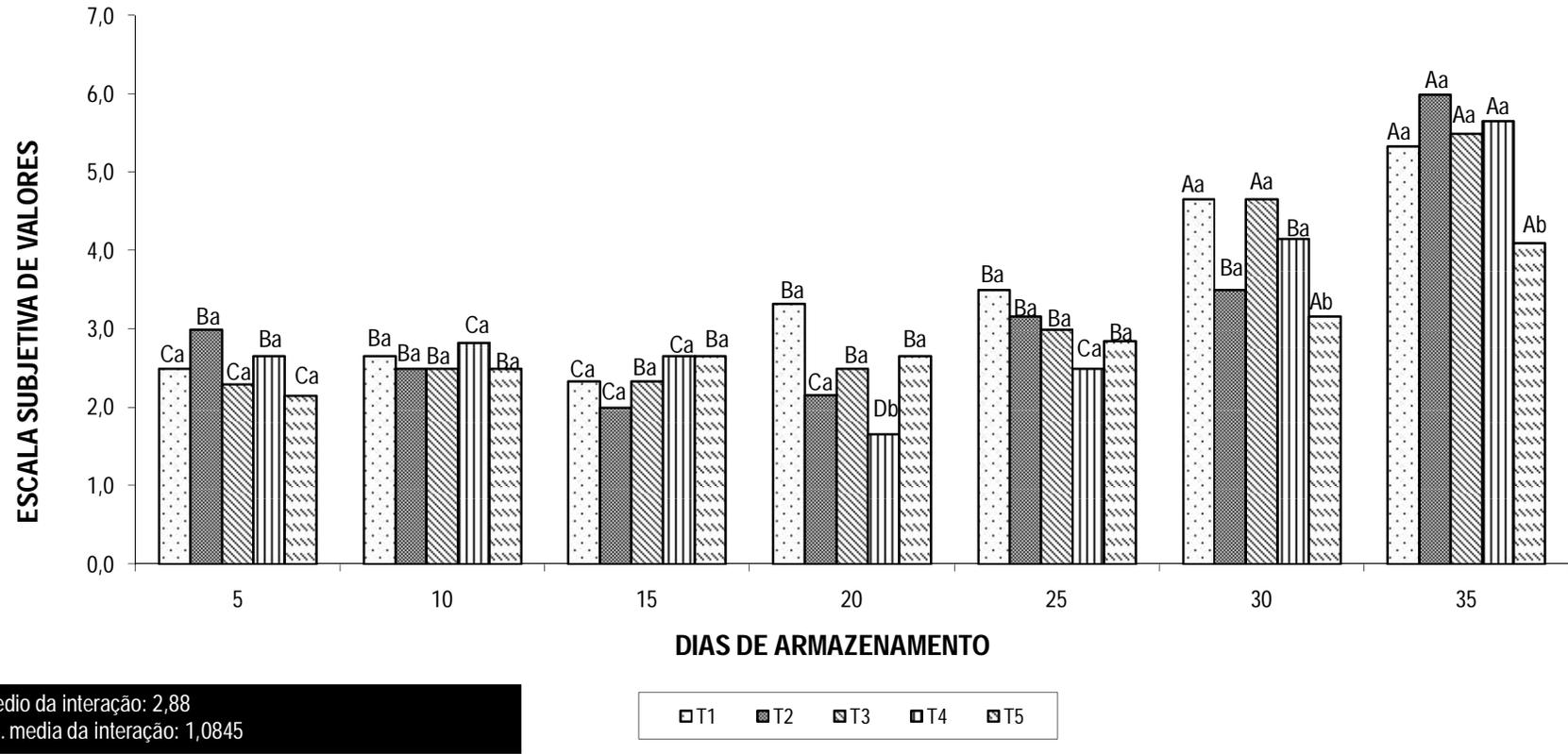


Figura 3 – Lesões na casca em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Controle (sem embalagem, sistema de adsorção de etileno nem vácuo); **T2** – Embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD); **T3** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno; **T4** – embalagem de PEBD + vácuo; e **T5** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno + vácuo) visando a modificação atmosférica e controle de etileno, Boa Vista – RR, 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de armazenamento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

tecnologia de sachê adsorvedor juntamente com o vácuo somente sutiram efeito sobre a incidência de lesões na casca a partir dos 30 dias de AR (Figura 3).

Sanches et al. (2004), trabalhando na avaliação de danos em bananas ‘Nanicão’, concluíram que os métodos de manuseio utilizados na propriedade rural, o acondicionamento dos frutos nas embalagens e o transporte até o centro de distribuição, podem favorecer o aumento do surgimento de danos nas bananas. Esses resultados revelaram que os mesmos podem duplicar os defeitos leves e quintuplicar os defeitos graves, causando podridões após a climatização, principalmente quanto ao aparecimento de lesões ou manchas graves na casca das bananas. Assim, mesmo com todos os cuidados possíveis, devido a fragilidade das bananas, as mesmas podem ser lesionadas externamente com facilidade, sendo que o AR a 12°C é fator importante na diminuição do desenvolvimento das lesões em bananas ‘Prata’ (COELHO et al., 2010).

Maia et al. (2008) avaliando os tipos e intensidades de danos em bananas ‘Prata-Anã’, verificaram que existe alta correlação entre a massa do fruto e a área superficial da casca das bananas. Assim como, a porcentagem de danos aos frutos aumentaram ao longo da cadeia de comercialização, sendo que o dano por abrasão apresentou elevados valores de incidência. O dano por compressão em bananas ‘Prata-Anã’, segundo esses autores, apresentou importância considerável no varejo. Nesse sentido, pode-se atribuir o quão importante foram as medidas adotadas para minimizar os danos na casca dos frutos, quando visualizados os frutos embalados em PEBD sob a presença de sachê adsorvedor de etileno, visto que, a boa aparência, refletida pela menor incidência de lesões na casca é essencial para a preferência do consumidor.

4 – Concentração de etileno e CO₂ (Curva de Respiração):

Na Figura 4a, verificou-se que até os 15 dias de AR não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos para a variável concentração de CO₂. Esse resultado é concordante com os demais, antes mencionados que, nas condições testadas, a elevação do metabolismo respiratório de bananas ocorre após 15 dias de AR. Contudo, aos 20 dias de experimento, verificou-se as maiores concentrações de CO₂ nos frutos do tratamento controle, denotando-se para esse ponto o pico climatério dos mesmos. Aos 25 dias, por outro lado, verificou-se a menor concentração de CO₂ nesses frutos. Tal comportamento pode ser explicado pelo fato dos frutos desse tratamento estarem em plena senescência. Fato esse caracterizado pela freqüente diminuição da concentração do CO₂ até o final do experimento, como também pela redução dos teores de açúcares totais (Figura 11a), que na senescência dos frutos são utilizados com substrato

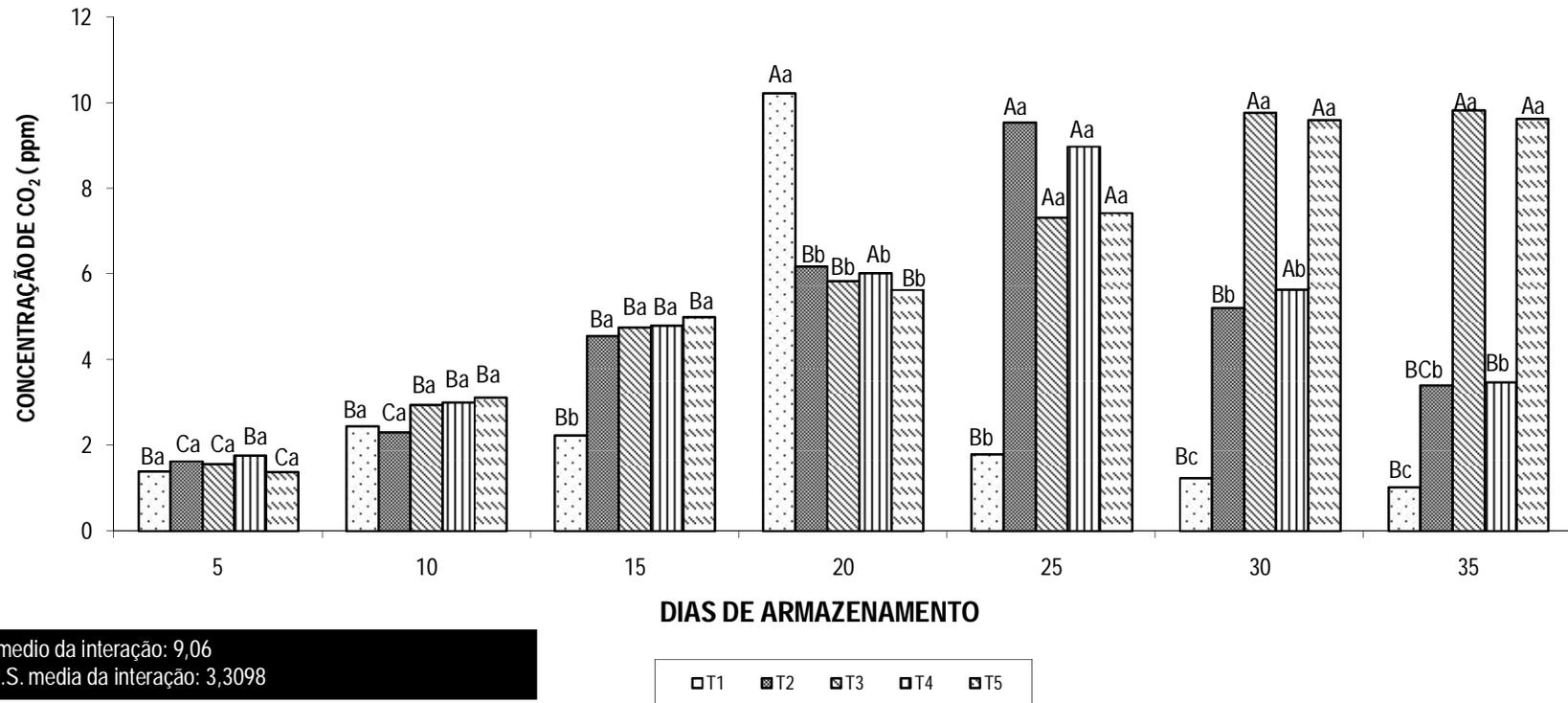


Figura 4a – Concentração de CO₂ em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Controle (sem embalagem, sistema de adsorção de etileno nem vácuo); **T2** – Embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD); **T3** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno; **T4** – embalagem de PEBD + vácuo; e **T5** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno + vácuo) visando a modificação atmosférica e controle de etileno, Boa Vista – RR, 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de armazenamento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

energético. Esse fenômeno metabólico foi retardado pela presença do sachê adsorvedor, visto que as maiores concentrações de CO_2 para os frutos armazenados nas embalagens plásticas na presença do sachê adsorvedor somente ocorreram aos 30 dias de AR, mantendo-se inalteradas aos 35 dias de AR. Dessa forma, verificou-se o efeito benéfico da presença do sachê de permanganato de potássio na inibição da ação do etileno e, conseqüentemente, retardando a senescência desses frutos. Esse resultado pode ser ilustrado pela elevação da respiração, a partir do pico climatérico (30 dias de AR), o fruto entraria em estágio de senescência (SILVA et al., 2006). Comportamento intermediário, porém mais promissor do que os frutos controle, foi observado nos frutos embalados em PEBD e aqueles submetidos somente ao vácuo, que pelo efeito do uso da embalagem e da refrigeração, retardou-se em cinco 5 dias pico climatérico, observado somente aos 25 dias. Nesse sentido, a seleção do filme plástico que resultaram na AM favorável, deve ser baseada na taxa respiratória e nas concentrações ótimas de O_2 e CO_2 para o produto. E, que para a maioria dos produtos, exceto aqueles que toleram elevados níveis de CO_2 , o filme adequado deve ser mais permeável ao CO_2 que ao O_2 (KADER, 2002).

A concentração de etileno livre (Figura 4b) no interior das embalagens esteve ligada ao efeito da AM no interior da embalagens e ao efeito do sachê adsorvedor, e ainda ao estágio fisiológico da banana, condicionado também pelo atraso no pico climatérico dos frutos. Dessa forma, acredita-se que a concentração de etileno encontrada no interior das embalagens deveu-se ao reflexo do CO_2 produzido (Figura 4a) e ainda senescência dos frutos embalados e submetidos ao sachê adsorvedor. Fator esse determinante para a menor atividade metabólica durante o experimento, comprovada pela menor e mais lenta redução nos teores de amido (Figura 10) e a elevação nos teores de SS (Figura 10), bem como, a redução e o retardamento da máxima atividade enzimática (Figuras 7a e 7b). Observou-se ainda que as menores concentrações de etileno foram detectadas no interior das embalagens de PEBD quando acondicionadas com o sachê adsorvedor. Portanto, pode-se inferir sobre a relação fisiológica entre a diminuição dos níveis de etileno livre e a diminuição na velocidade metabólica dos frutos. O mesmo relatado por Neves et al. (2008), onde verificou-se a aumento da vida de prateleira de mangas refrigeradas com a presença do sachê adsorvedor de etileno. Em bananas, verificou-se que a remoção e/ou a redução da concentração de etileno no ambiente de AR foram eficientes em prolongar a vida pós-colheita (ROCHA, 2005). No presente experimento, assim como descrito por Rocha

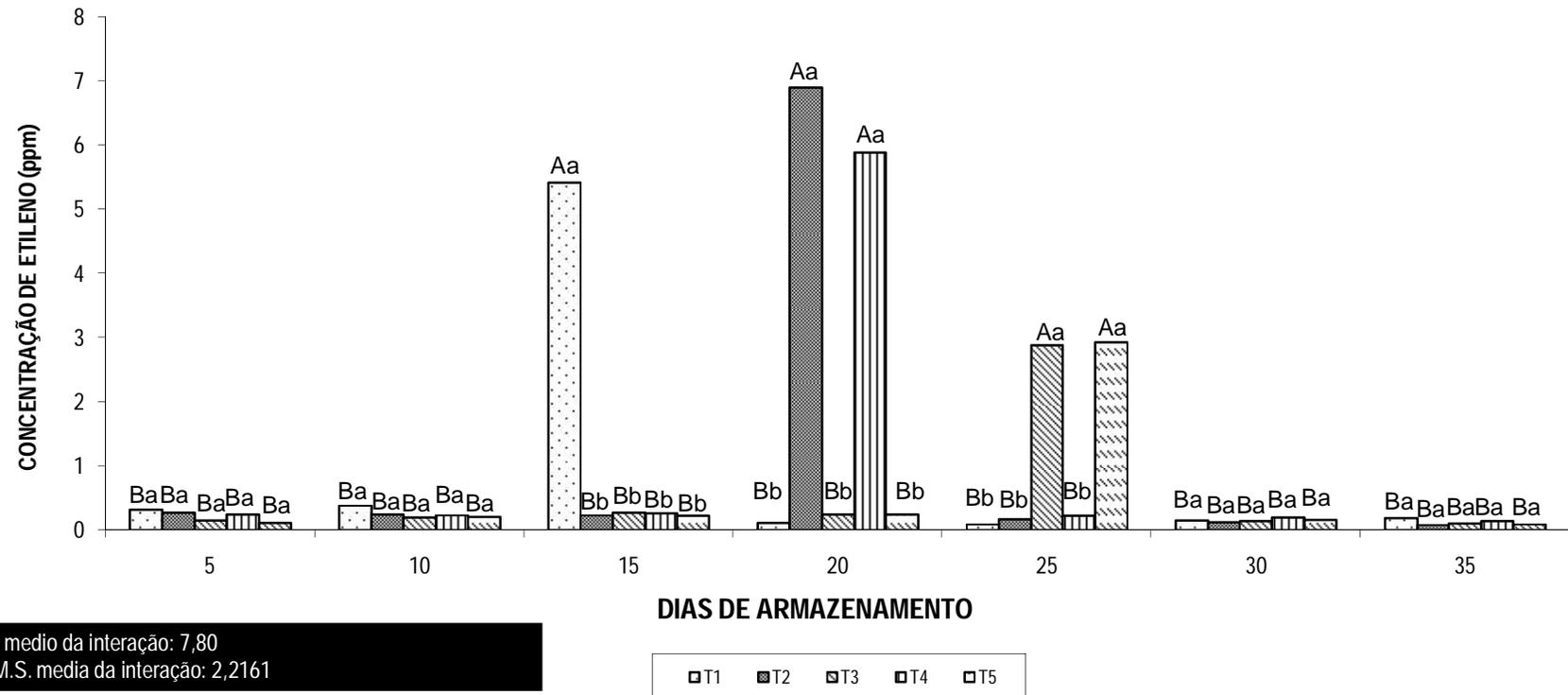


Figura 4b – Concentração de etileno em bananas ‘Prata-quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Controle (sem embalagem, sistema de adsorção de etileno nem vácuo); **T2** – Embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD); **T3** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno; **T4** – embalagem de PEBD + vácuo; e **T5** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno + vácuo) visando a modificação atmosférica e controle de etileno, Boa Vista – RR, 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de armazenamento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

(2005), o uso do sachê adsorvedor, proporcionou a oxidação do etileno liberado pelo próprio fruto durante o amadurecimento, prolongando a fase pré-climatérica e a vida pós-colheita dos frutos.

Brackmann et al. (2006) concluíram que a adsorção do etileno também manteve a melhor qualidade de bananas 'Prata', tanto no armazenamento a 25°C como a 12°C, sendo o principal fator responsável pela diminuição na velocidade do amadurecimento. Porém, o efeito foi potencializado na presença de concentração elevada de CO₂ quando os frutos foram armazenados em atmosfera controlada ou modificada. Nesse trabalho, as bananas 'Prata' puderam ser armazenadas em AM durante 14 e 21 dias, a 25°C e 12°C, respectivamente, e por 28 dias em AC a 12°C, sempre com adsorção do etileno. Contudo, no presente experimento, utilizando-se da refrigeração e do uso da AM, a longevidade alcançada com bananas 'Prata-Anã' foi de no mínimo 30 dias de AR, o que pode ser entendido como satisfatório, levando-se em consideração que o tempo médio decorrido entre a colheita e a comercialização das bananas em RR é de aproximadamente 5 dias (ADERR, 2010).

5 – pH (Potencial hidrogeniônico):

Verificou-se comportamento de redução dos valores de pH no decorrer do presente experimento (Figura 5), embora com certa oscilação nos valores durante o período de amadurecimento. Resultados semelhantes foram observados no experimento de Silva et al. (2006), trabalhando com climatização da banana, logo após o desverdecimento, verificou-se que a partir do momento em que o fruto tornou-se maduro (estadio 6), até então foram observados constantes decréscimos do pH e, posteriormente detectou-se nova elevação nos valores de pH. Assim, no presente trabalho, observando-se os frutos do tratamento controle, onde não foi utilizada a embalagem plástica, verificou-se a elevação no pH aos 5 e 10 dias após a colheita, manutenção aos 15, queda a partir 20 e nova elevação aos 35 de A.R., confirmando o estágio de senescência dos frutos ao final do experimento.

Para os demais frutos tratados com o uso da embalagem plástica, observou-se comportamento semelhante. Porém, esses resultados foram observados em momentos diferenciados, de modo que foram detectados que os valores de pH aos 5 dias foram estatisticamente maiores somente aos 35 dias de AR. Esse comportamento pode ser atribuído pela solubilização de ácidos orgânicos, e pela característica natural do metabolismo dos frutos. Da mesma forma, observou-se que a

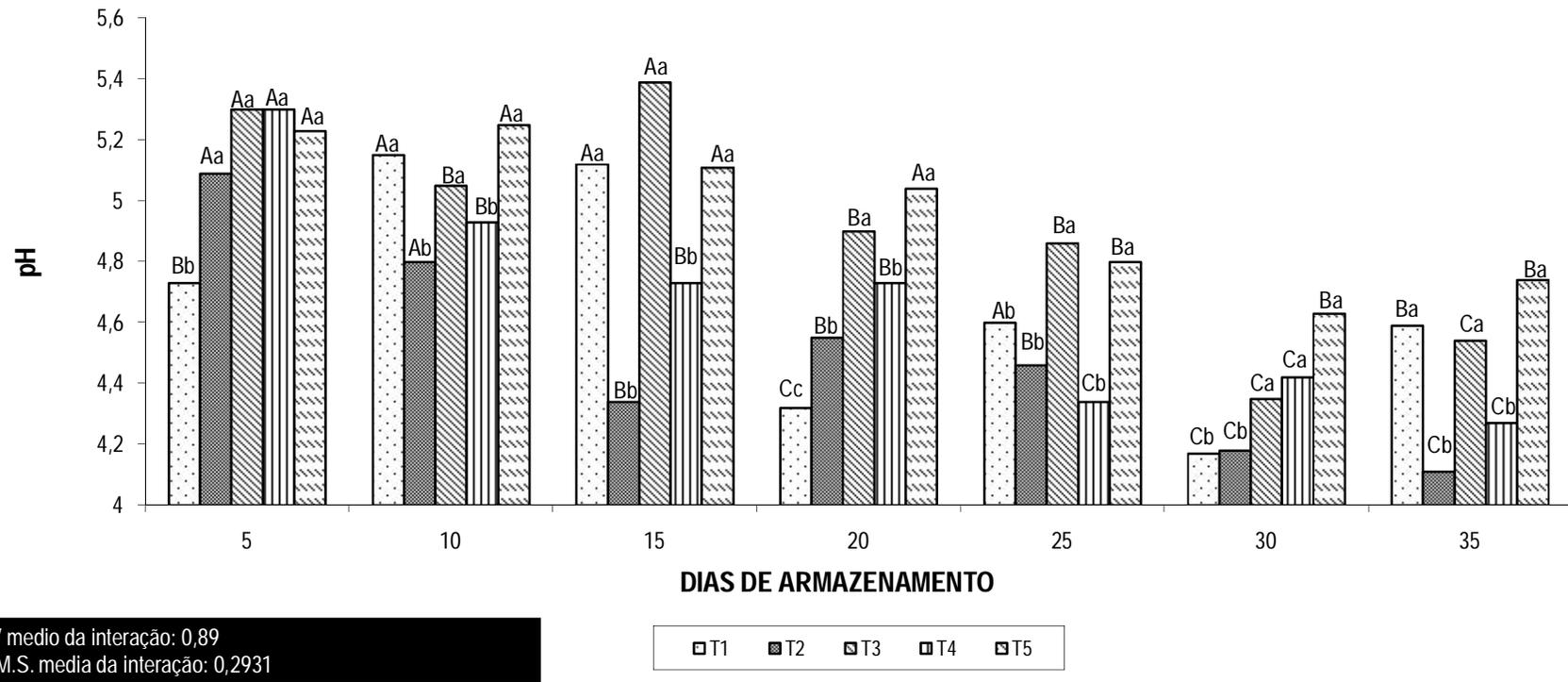


Figura 5 – Potencial hidrogênionico em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Controle (sem embalagem, sistema de adsorção de etileno nem vácuo); **T2** – Embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD); **T3** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno; **T4** – embalagem de PEBD + vácuo; e **T5** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno + vácuo) visando a modificação atmosférica e controle de etileno, Boa Vista – RR, 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de armazenamento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

ação de enzimas pectolíticas (Figura 7a e 7b), variando aos 10, 15, 20 25 e 35 dias após a colheita, também possa ter influenciado com a manutenção do pH nos frutos dos tratamentos onde houve a presença do sachê, adsorvedor do etileno. Isso, levando-se em consideração outros parâmetros aqui analisados, ficou demonstrado o efeito positivo do sachê adsorvedor de etileno em reduzir o metabolismo dos frutos independente da condição de vácuo.

6 – **Acidez titulável (AT):**

Com o passar do período de armazenamento refrigerado, todos os frutos apresentaram incrementos no teor de AT (Figura 6), o que pode ser considerado normal segundo Botrel et al. (2002). Porém, esse incremento foi intensificado naqueles frutos onde não houve o controle da ação do etileno. Dessa maneira, nos frutos submetidos ao tratamento com a presença do sachê (com ou sem o vácuo) somente observou-se incrementos nos teores de acidez após o 15º dia. Como no metabolismo respiratório das bananas aqui trabalhadas apresentaram elevação considerada a partir de 15 dias de AR, é justificável que a elevação dos níveis de AT também tenham ocorrido nesse mesmo período.

Assim, pôde-se constatar que os menores picos de acidez ao final do período experimental ocorreram nos frutos acondicionados juntamente aos sachês adsorvedores de etileno, condicionados pelas menores quantidades de etileno livre no interior das embalagens (Figura 4b) aos 20 e 25 dias de experimento. Por outro lado, dos 5 aos 20 dias de experimento, os maiores teores de acidez titulável foram detectados nos frutos embalados sem o sachê adsorvedor. Tal comportamento atribuiu-se ao fato da embalagem funcionar como membrana que reteve o fitorregulador etileno concentrado junto aos frutos (Figura 4b), fazendo com que o processo de maturação dos mesmos fosse mais acelerado, confirmando os maiores teores de SS (Figura 9), os menores nos teores de amido (Figura 10) e a redução nos açúcares totais e incremento seguido de redução nos teores de açúcares redutores, (Figura 11a e 11b). Assim como a própria alteração e aceleração da atividade enzimática da PME e PG também observada a partir dos 20 dias de AR (Figura 7a e 7b).

A partir dos 25 dias, verificou-se os menores valores de AT nos tratamentos com a presença do sachê adsorvedor combinado com o vácuo. Houve também incrementos significativos na AT quando comparados aos frutos acondicionados com sachê adsorvedor de etileno. Assim como descrito, evolução da AT é considerada como processo natural do amadurecimento das bananas (BOTREL et al., 2002), sendo assim

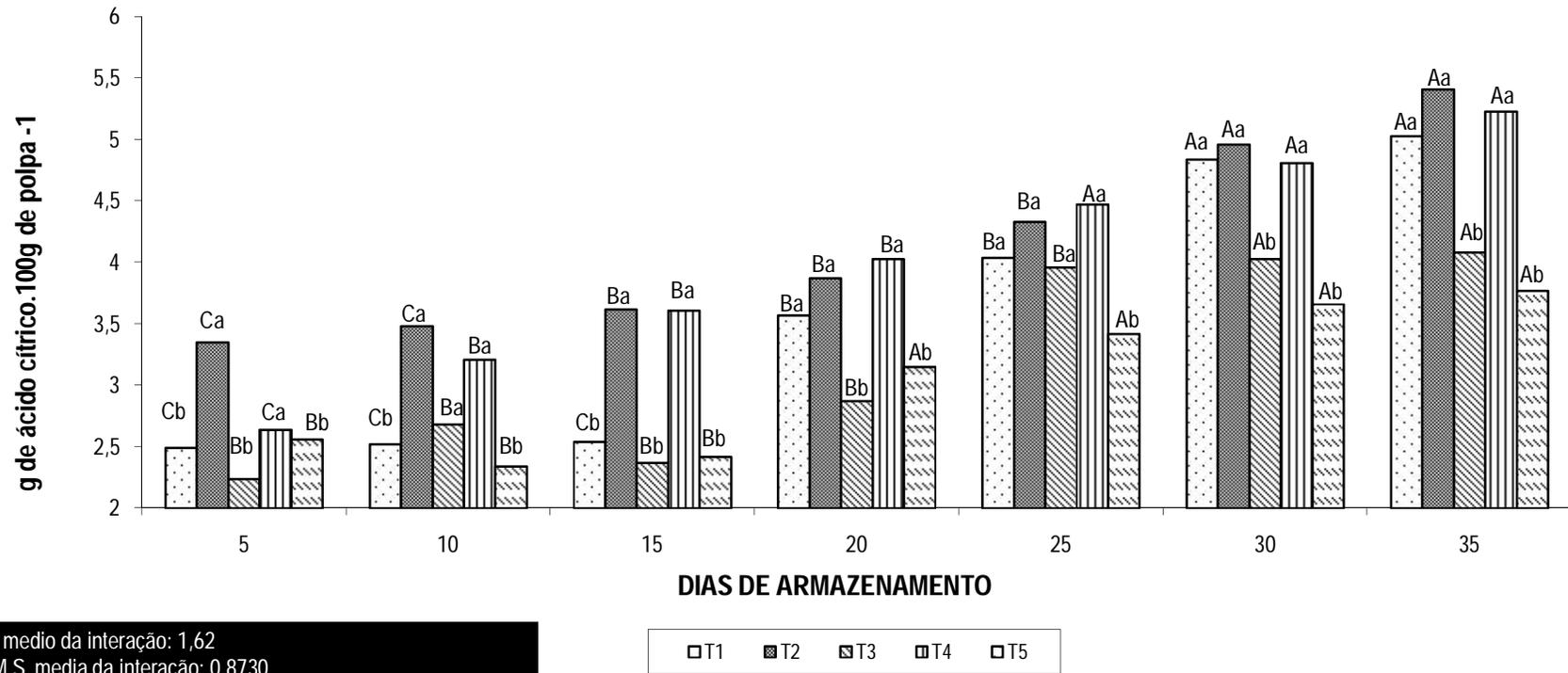


Figura 6 – Acidez titulável em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Controle (sem embalagem, sistema de adsorção de etileno nem vácuo); **T2** – Embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD); **T3** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno; **T4** – embalagem de PEBD + vácuo; e **T5** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno + vácuo) visando a modificação atmosférica e controle de etileno, Boa Vista – RR, 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de armazenamento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

desejável, pois confere sabor característico e agradável ao paladar. Justamente por isso, a elevação da acidez pode ser considerada como indicativo da velocidade de amadurecimento dos frutos aqui trabalhados. Nesse sentido, os frutos acondicionados na presença do sachê adsorvedor de etileno e submetidos ao vácuo, embora tenham-se observado aumentos no teor de acidez titulável, esse processo foi retardado, mantendo assim as características qualitativas do fruto por maior período de tempo

Dessa forma, os frutos tratados com a presença do sachê adsorvedor de etileno, apresentaram-se em estádios de maturação menos avançado que os demais, evoluindo no amadurecimento, porém de forma mais lenta, o que permite pressupor conseqüentemente maior vida de prateleira para esses frutos.

7 – Atividade enzimática (enzimas pectinametilesterase -PME e enzima poligalacturonase - PG):

O comportamento da PG, Figura 7b, foi semelhante ao da PME justamente por apresentarem picos de atividade concomitantes, respectivamente para cada tratamento realizado nos frutos de bananas ‘Prata-Anã’. Assim, observando-se as figuras 7a e 7b, pôde-se observar 2 picos seqüenciais de atividade enzimática, porém em épocas diferentes de AR. Para os frutos do tratamento sem a embalagem plástica o 1º e o 2º pico ocorreram aos 15 e 25 dias de AR, respectivamente. Vilas Boas (1995) também observou 2 picos de atividade enzimática durante a maturação de bananas ‘Prata-Anã’. No presente trabalho, os frutos embalados, porém sem o sachê adsorvedor, o 1º e o 2º pico de atividade enzimática ocorreram aos 20 e 30 dias respectivamente. Para os frutos dos tratamentos onde foi utilizado o sachê adsorvedor, os 2 picos de máximo ocorreram aos 25 e 35 dias de experimento. Sendo assim, pode-se observar que o comportamento dos frutos foi semelhante, mas que a velocidade de início da atividade enzimática se deu de forma mais acelerada nos frutos refrigerados sem a embalagem de PEBD. E que, dentre os frutos embalados, foi maior a velocidade metabólica nas bananas não submetidas ao sachê adsorvedor de etileno sendo assim, pode pressupor que a atividade enzimática contribuiu para mudanças na composição físico-químicas dos frutos, haja visto os resultados a serem apresentados a seguir quanto a açúcares totais e redutores (Figuras 11a e 11b), pectina total e solúvel (Figuras 8a e 8b) e amido (Figura 9).

Vilas Boas et al. (2001), realizando trabalho sobre as características pós-colheita de bananas, afirmaram que a atividade enzimática da PME atua nas pectinas promovendo a desmetilação parcial dos ésteres dos ácidos poligalacturônicos, facilitando o acesso da PG, que determina a despolimerização e solubilização das

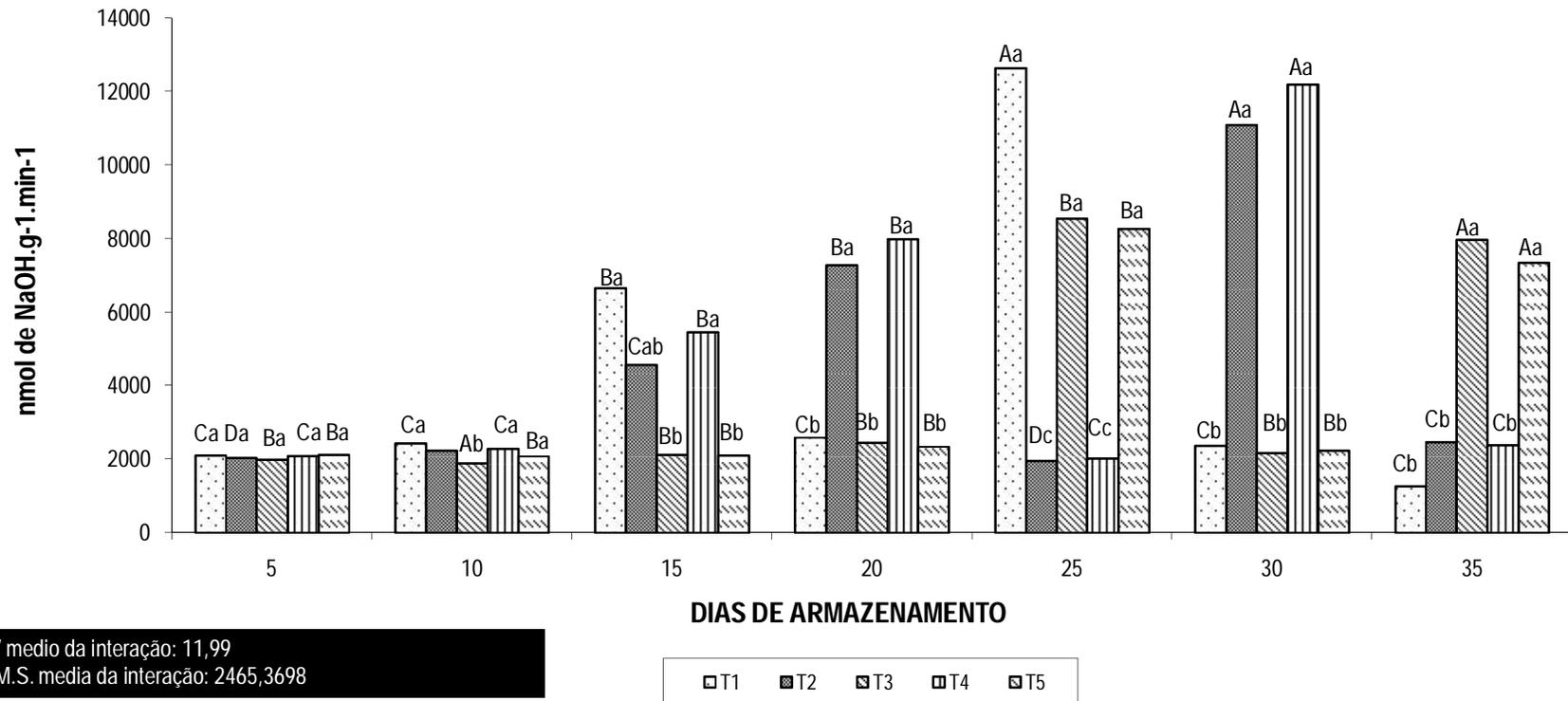


Figura 7a – Atividade da pectinamylesterase (PME) em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Controle (sem embalagem, sistema de adsorção de etileno nem vácuo); **T2** – Embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD); **T3** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno; **T4** – embalagem de PEBD + vácuo; e **T5** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno + vácuo) visando a modificação atmosférica e controle de etileno, Boa Vista – RR, 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de armazenamento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

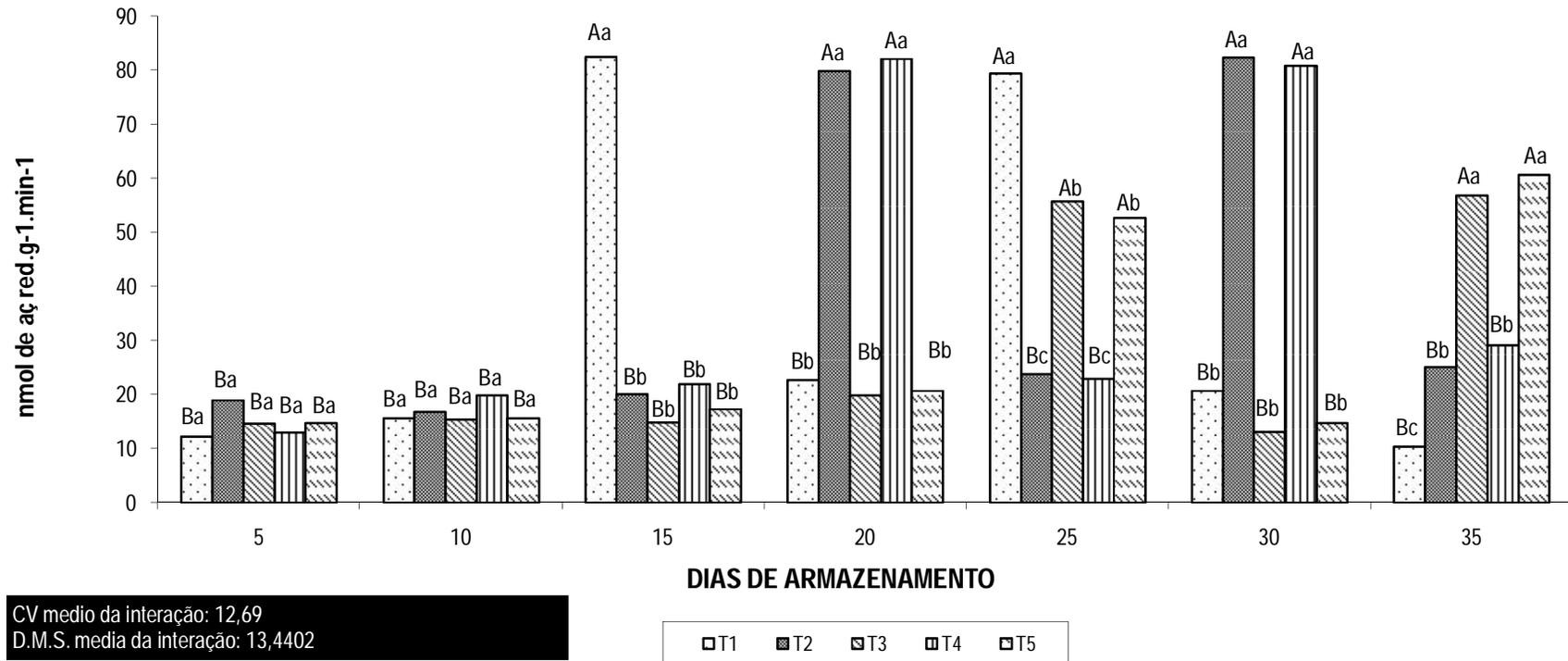


Figura 7b – Atividade da poligalacturonase (PG) em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Controle (sem embalagem, sistema de adsorção de etileno nem vácuo); **T2** – Embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD); **T3** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno; **T4** – embalagem de PEBD + vácuo; e **T5** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno + vácuo) visando a modificação atmosférica e controle de etileno, Boa Vista – RR, 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de armazenamento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

substâncias pécnicas. Da mesma forma, Melo & Vilas Boas (2007) afirmaram que a PG atua na despolimerização dos polímeros de ácido galacturônico, atuando ao acaso na cadeia pécnica (endo-PG) ou nas extremidades não-redutoras (exo-PG). Ou seja, assim como observado nesse trabalho, esses autores revelaram que a PG depende da atividade normal da PME para que se dê prosseguimento ao processo natural de despolimerização dos componentes pécnicos da parede celular. Vila et al. (2007), avaliando a atividade enzimática em goiabas, verificaram que a menor atividade enzimática da PME promoveu a manutenção do grau de esterificação, dificultando a desmetilação do polímero pécnico. Conseqüentemente, reduziu a ação subsequente da PG, refletindo no controle da degradação das substâncias pécnicas, por conseguinte, da solubilização de pectinas e da contenção do amaciamento normal da polpa, conduzindo ao estado de lanosidade dos frutos.

No presente trabalho, observou-se que os tratamentos executados determinaram retardamento das etapas que antecederam e desencadearam a ação de mecanismos enzimáticos. Fato esse observado nos frutos embalados e submetidos a ação do adsorvedor de etileno, independente da condição de vácuo, também visualizado nas análises de coloração (Figura 2), amido (Figura 9), SS (Figura 10), pectina total e solúvel (Figuras 11a e 11b).

O comportamento dos frutos também demonstrou a ação tecnológica do sachê adsorvedor quanto a atividade da PME, ou seja, verificou-se o pico de atividade, seguida de redução, e posterior novo pico, o que comparando-se com o pico climatérico (Figura 4a) verificou-se que o mesmo antecede o 1º pico de atividade enzimática. Dessa forma, como o pico climatérico dos frutos dos tratamentos com a presença do sachê adsorvedor foi atrasado, concluiu-se o efeito positivo do sachê adsorvedor também na desaceleração da atividade metabólica das enzimas PME e PG. Da mesma maneira, a desaceleração da atividade enzimática nos frutos submetidos ao controle de etileno deveu-se a seqüência de eventos metabólicos, dos quais, participam a PG e a PME, sendo igualmente retardados pela menor disponibilidade de etileno (Figura 4b) para dar o impulso no metabolismo do amadurecimento.

8 – Pectina total e solúvel:

Observou-se o decréscimo gradual e progressivo, até os 35 dias, dos teores de pectina total (Figura 7) no decorrer do experimento. Entretanto, pôde-se constatar que nos frutos acondicionados junto ao sachê adsorvedor de etileno esses teores de pectina total mantiveram-se superiores aos demais tratamentos já a partir dos 20 dias após a

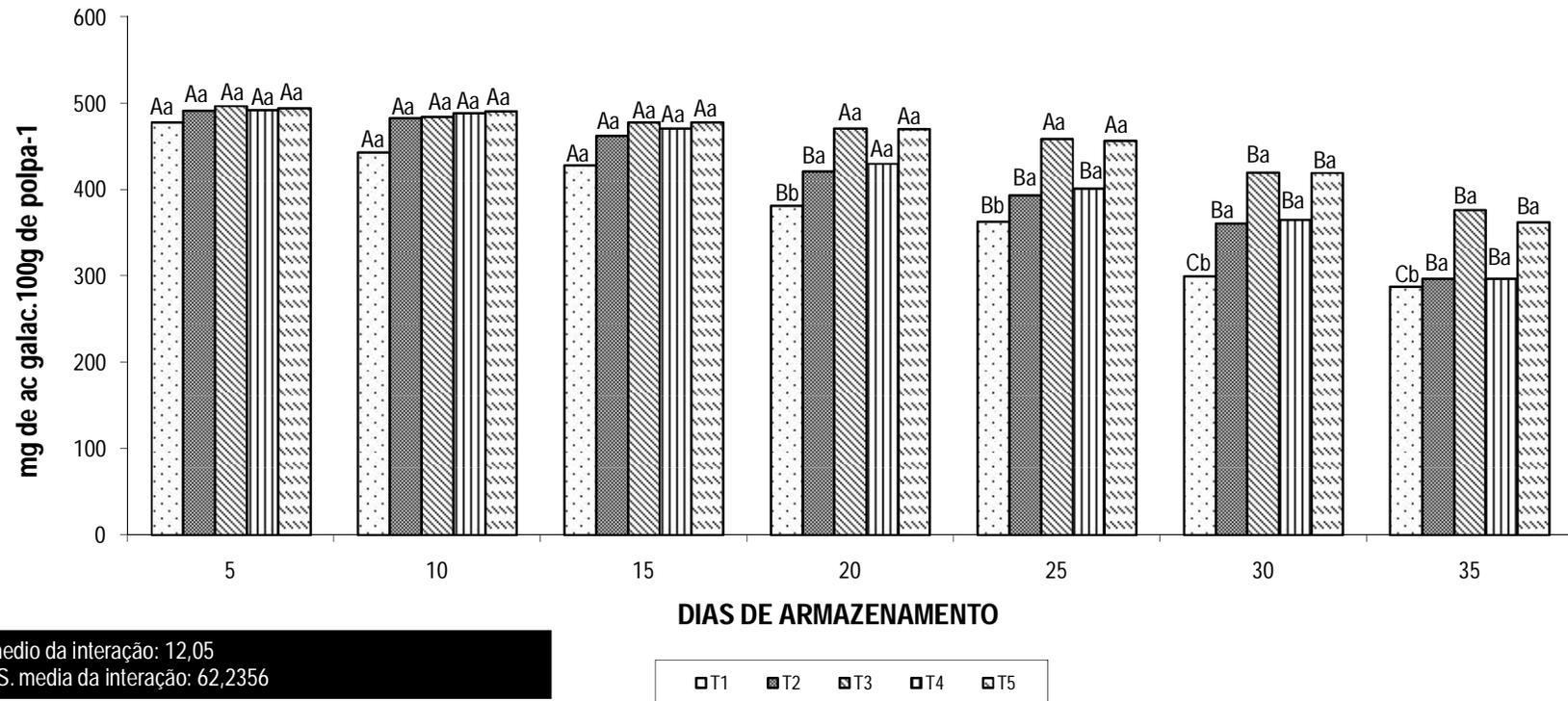


Figura 8a – Pectina total em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Controle (sem embalagem, sistema de adsorção de etileno nem vácuo); **T2** – Embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD); **T3** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno; **T4** – embalagem de PEBD + vácuo; e **T5** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno + vácuo) visando a modificação atmosférica e controle de etileno, Boa Vista – RR, 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de armazenamento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

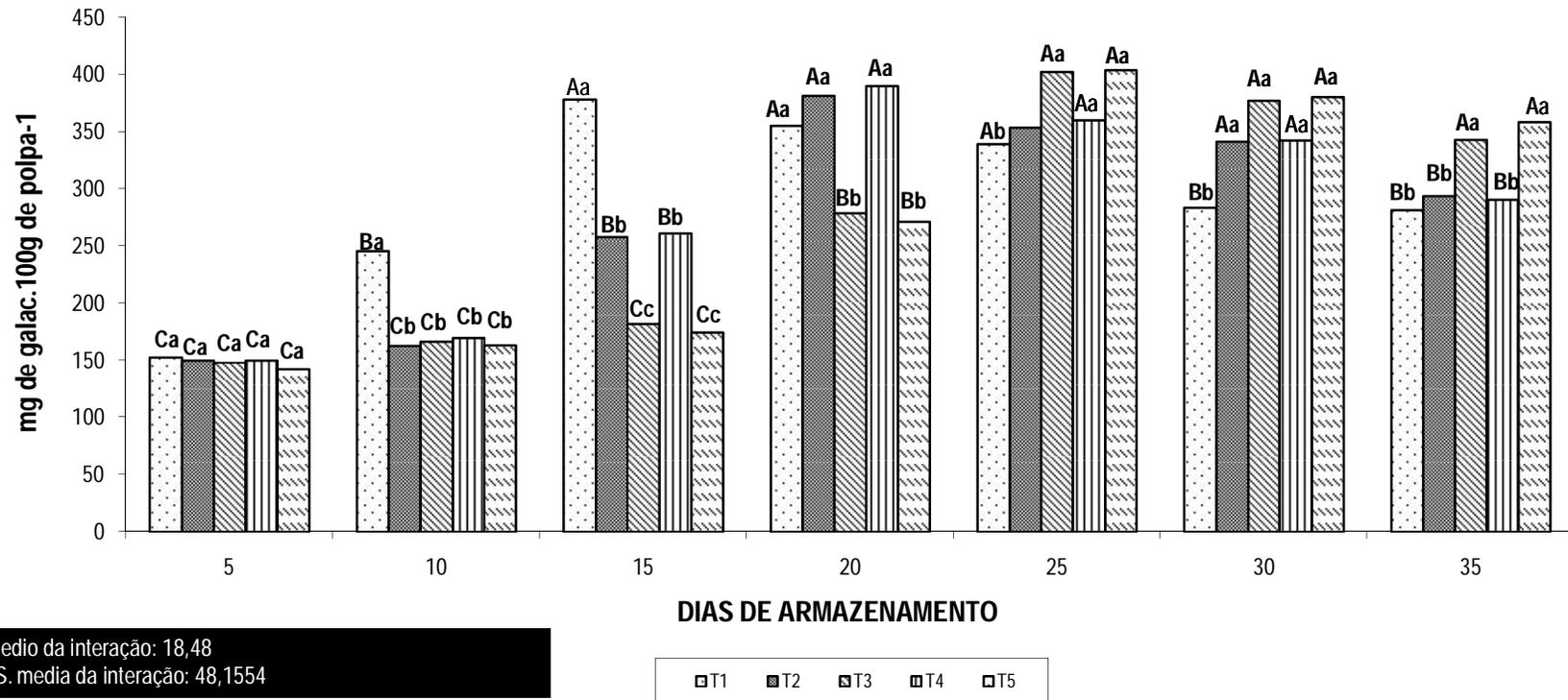


Figura 8b – Pectina solúvel em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Controle (sem embalagem, sistema de adsorção de etileno nem vácuo); **T2** – Embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD); **T3** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno; **T4** – embalagem de PEBD + vácuo; e **T5** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno + vácuo) visando a modificação atmosférica e controle de etileno, Boa Vista – RR, 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de armazenamento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

colheita. Ponto esse onde observaram-se as primeiras diferenças estatísticas em relação ao tempo e entre os tratamentos do mesmo período. Desse momento em diante, os frutos do tratamento controle apresentaram os menores teores de pectina total, possivelmente pelo acelerado metabolismo respiratório, também visualizado nas Figuras 4a e 4b, respectivamente quanto as concentrações de CO₂ e etileno. Associou-se tal comportamento ao efeito dos tratamentos, em especial nos frutos embalados e submetidos ao sachê adsorvedor de etileno, tendo-se como resultado o prolongamento das condições de qualidade sensorial desses frutos por maior período de tempo. Isso pode ser exemplificado, observando-se a redução na solubilização dos componentes sólidos da polpa (Figura 10), na redução da velocidade de degradação do amido (Figura 9) e no atraso do início da atividade enzimática. (Figura 7a e 7b).

A solubilização da pectina (Figuras 8a e 8b) foi consequência da ação das enzimas PME e PG (Figura 7a e 7b), hidrólises, sendo que outras enzimas, tais como a β -galactosidase, β -1,4 glicanase ou celulase, entre outras, também puderam provocar a quebra dos polímeros pécnicos (SALES et al., 2004). Nesse caso, os compostos pécnicos inicialmente insolúveis tornaram-se solúveis (Figura 10), pois as pectinas nos frutos encontram-se sob diferentes formas, dependendo do grau de maturidade, caracterizadas por sua vez pelas diferentes solubilidades (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Dessa forma, ao contrário do observado nos teores de pectina total, verificou-se que a concentração de pectina solúvel (Figura 8b) apresentou comportamentos distintos de elevação e queda em função do padrão respiratório de cada fruto, supostamente modificado em função dos tratamentos propostos. Assim, pôde-se verificar o efeito positivo no uso das embalagens plásticas as bananas já aos 10 dias de avaliação, pois os maiores teores de pectina solúvel foram encontrados nos frutos do tratamento controle. Resultado semelhante foi observado no 15º dia de experimento. Porém, as diferenças foram mais visíveis entre os frutos acondicionados com o sachê adsorvedor de etileno. Nesse sentido, os menores teores de pectina solúveis foram encontrados naqueles frutos onde o sachê adsorvedor exercia o efeito na diminuição da velocidade metabólica. Comportamento que se repetiu também aos 20 dias de armazenamento refrigerado. O contrário foi observado aos 25, 30 e 35 dias onde os maiores teores de pectinas solúveis concentraram-se nos frutos tratados com a presença do sachê adsorvedor, justamente por esses tratamentos proporcionarem o retardamento na utilização desse substrato respiratório durante o amadurecimento de bananas 'Prata-Anã'.

9 – Amido:

Ao observar-se a Figura 9, verificou-se a queda nos teores de amido, principalmente pela a conversão do amido em açúcares simples (NOGUEIRA et al., 2007). Dentre outras, essa mudança é das mais notáveis no amadurecimento das bananas, predominantemente em açúcares redutores, como visualizado na Figura 11 b, e sacarose (10 a 20%). Na fase matura, a porcentagem de amido é reduzida de 0,5 a 2,0%, assim como observado no presente experimento, dos 20% iniciais, quando os frutos se apresentavam-se ainda verdes semelhantemente ao observado por VIVIANE & LEAL, 2007. Porém, pode-se constatar no presente experimento, que a maior manutenção nos teores de amido deu-se nos frutos dos tratamentos onde foi utilizado sachê adsorvedor de etileno. Assim, permite-se afirmar que o efeito do tratamento com sachê adsorvedor ocasionou o prolongamento na manutenção das características dos frutos, visto que, num mesmo período de tempo, esses frutos apresentavam os maiores teores de amido (Figura 9), de acidez titulável (Figura 6) e os menores teores de SS (Figura 10).

Quanto a influência da temperatura, Martins et al. (2007), realizando experimento com bananas 'Prata-Anã-Anã', concluíram que os frutos armazenados a 10 e 12°C por 35 dias apresentaram teores de amido semelhantes entre si, embora inferiores aos dos frutos controle, que foram analisados recém-colhidos, indicando a degradação do amido. Assim, pôde-se inferir que além dos tratamentos executados para os frutos do presente trabalho, o armazenamento refrigerado (AR) também contribuiu de forma homogênea para todos os tratamentos na redução da velocidade dos incrementos nos teores de açúcares (Figura 11a) e SS (Figura 10), coerentes com a degradação dos teores de amido (Figura 9). Contudo, essas transformações não foram evitadas e sim retardadas, principalmente para os frutos embalados na presença do sachê adsorvedor de etileno, sendo importante durante o amadurecimento de bananas, pois são responsáveis por modificações desejáveis, no sabor e textura dos frutos o mesmo observado por Vilas Boas et al.(2001).

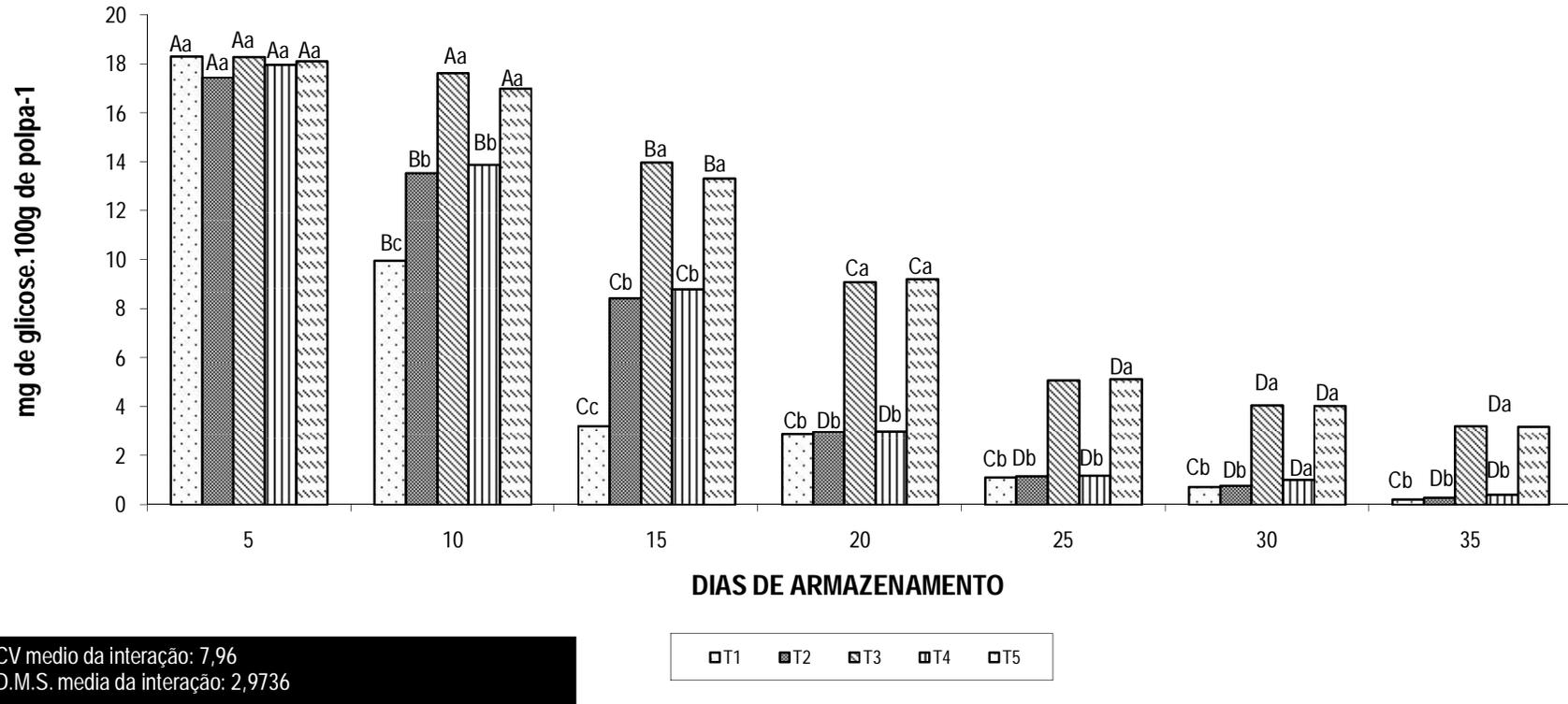


Figura 9 – Teor de amido em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Controle (sem embalagem, sistema de adsorção de etileno nem vácuo); **T2** – Embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD); **T3** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno; **T4** – embalagem de PEBD + vácuo; e **T5** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno + vácuo) visando a modificação atmosférica e controle de etileno, Boa Vista – RR, 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de armazenamento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

10 – Sólidos Solúveis (SS):

Com a evolução do período de armazenamento refrigerado verificou-se a evolução de solubilização de componentes químicos sólidos (Figura 10), pela desnaturação de estruturas moleculares, como o amido (Figura 9) e pectina (Figura 8a) ocasionada, supostamente, pelo aumento da atividade de enzimas (Figura 7a e 7b), que estão naturalmente presentes nos frutos imaturos. Essas modificações bioquímicas foram desencadeadas a partir da intensificação da respiração, como visualizado na Figura 4a, caracterizado pelo pico climátero. Segundo Chitarra & Chitarra (2005), os sólidos solúveis aumentam em decorrência da hidrólise da protopectina em pectina solúvel e da hidrólise do amido em glicose e frutose. Assim, na Figura 11, aos 5 dias, verificou-se efeito positivo da ação do sachê adsorvedor de etileno, pois os maiores teores de SS foram encontrados nos frutos expostos aos tratamentos sem o sachê adsorvedor de etileno. Tal efeito deveu-se a maior concentração de etileno livre no interior das embalagens (Figura 4b), visto que a ausência do sachê adsorvedor fez com que o processo de amadurecimento se desenvolvesse de modo natural, mantendo-se normal a velocidade do metabolismo do fruto. Esse comportamento tornou-se mais marcante entre os frutos dos tratamentos com e sem a utilização do sachê adsorvedor a partir dos 15, estendendo-se até os 35 dias de AR. Desse modo, os frutos embalados em filmes plásticos de PEBD com a presença do adsorvedor de etileno e a utilização do vácuo apresentaram os melhores resultados quanto a manutenção nos teores de SS ao final do experimento. Nesse sentido, a influência da temperatura causou o retardamento do metabolismo respiratório e celular do fruto, que quando combinado aos mecanismos de controle da ação de etileno e da AM, proporcionaram as melhores condições para retardar o processo natural e contínuo de amadurecimento de bananas ‘Prata-Anã’.

Portanto, a variação nos teores de SS para cada tratamento, em cada período de armazenamento refrigerado, pode ser atribuído a diferentes estádios de maturação dos buquês do mesmo cacho de bananas, que no momento da colheita, dependendo da posição da penca e idade no cacho, o processo de maturação é mais ou menos acelerado (CEAGESP, 2009). Contudo, ficou evidente o comportamento de aumento nos teores de SS, o que mais uma vez ficou evidenciado pela influencia ao que tange a velocidade desse processo aos tratamentos propostos.

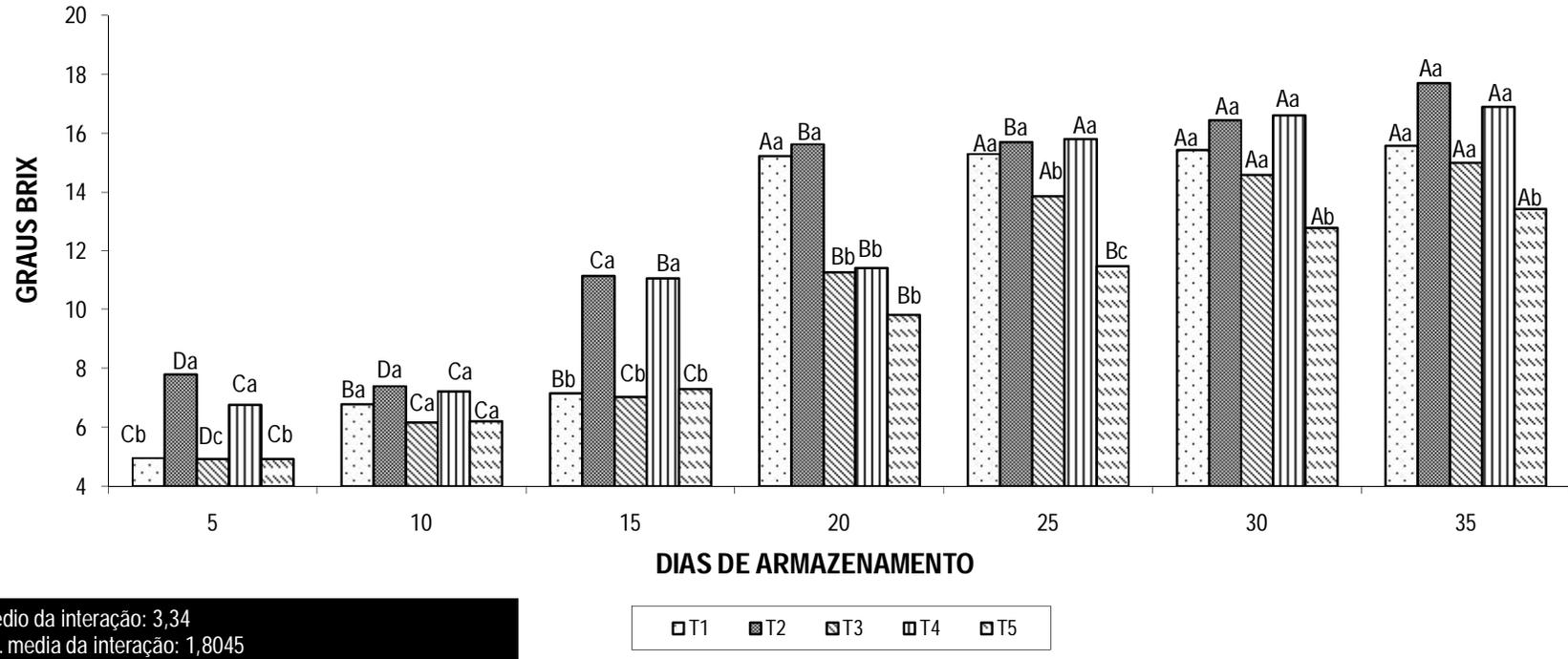


Figura 10 – Teor de sólidos solúveis em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Controle (sem embalagem, sistema de adsorção de etileno nem vácuo); **T2** – Embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD); **T3** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno; **T4** – embalagem de PEBD + vácuo; e **T5** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno + vácuo) visando a modificação atmosférica e controle de etileno, Boa Vista – RR, 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de armazenamento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

11 – Açúcares totais e redutores:

O uso da embalagem também influenciou estatisticamente nos teores de açúcares totais, a partir de 10 dias de AR, sendo que os maiores teores foram observados nos frutos sem o uso de embalagem de PEBD (Figura 11a). Porém, para os frutos onde a embalagem de PEBD foi utilizada para a constituição da AM, houve influência significativa do sachê adsorvedor na evolução dos teores de açúcares totais durante o armazenamento refrigerado. Ainda no decorrer do período experimental, enquanto os teores de açúcares totais aumentaram, diminuiu os de amido (Figura 9) e aumentou os de pectina solúvel (Figura 8b), elevando, conseqüentemente, os teores de SS (Figura 10). Nesse sentido, acredita-se que o processo de amadurecimento não foi interrompido, porém retardado, principalmente quando observado o comportamento metabólico dos frutos expostos ao sachê adsorvedor de etileno, considerado menos acelerado em relação aos frutos sob AM e não influenciados pelo sachê adsorvedor. Por outro lado, ao mesmo tempo que aos 10, 15 e 20 dias de AR, a conversão de compostos como amido (Figura 9) e pectina (Figura 8a) em açúcares (Figura 11a) foi maior nos frutos não expostos ao sachê adsorvedor de etileno a partir do 25º dia. Essa característica inverteu-se, indicando que os menores teores de etileno livre (Figura 4b) no interior da embalagem nesse período apresentou relação direta com o comportamento metabólico dos frutos. Assim, de modo geral, durante os 35 dias de armazenamento refrigerado, houve elevação e posterior redução gradual nos teores de açúcares totais. Essa redução pode ser atribuída a diminuição da velocidade de conversão de amido (Figura 9) em açúcares simples, predominantemente em açúcares redutores, como a glicose e frutose (VIVIANE & LEAL, 2007), assim como, a própria utilização dos mesmos com substratos secundários respiratórios.

Inicialmente os níveis de açúcares redutores (Figura 11b) estiveram semelhantes nos frutos de todos os tratamentos. Entretanto, a partir do 10º dia experimental, detectou-se significativa diferença estatística entre os frutos do tratamento controle e os demais frutos embalados em PEBD. Com o decorrer do amadurecimento o comportamento dos frutos foi semelhante, entretanto, aos 15 e 25 dias de experimento, houve diferença entre os frutos submetidos ao sachê adsorvedor de etileno e os frutos não acondicionados aos mesmos. Sendo que os frutos do tratamento controle, como conseqüência do consumo energético de substratos para proporcionar e subsidiar a atividade respiratória (Figura 4a), observou-se decréscimos nos teores de açúcares redutores até o final do experimento. Dos 25 aos 30 dias de experimento, os frutos

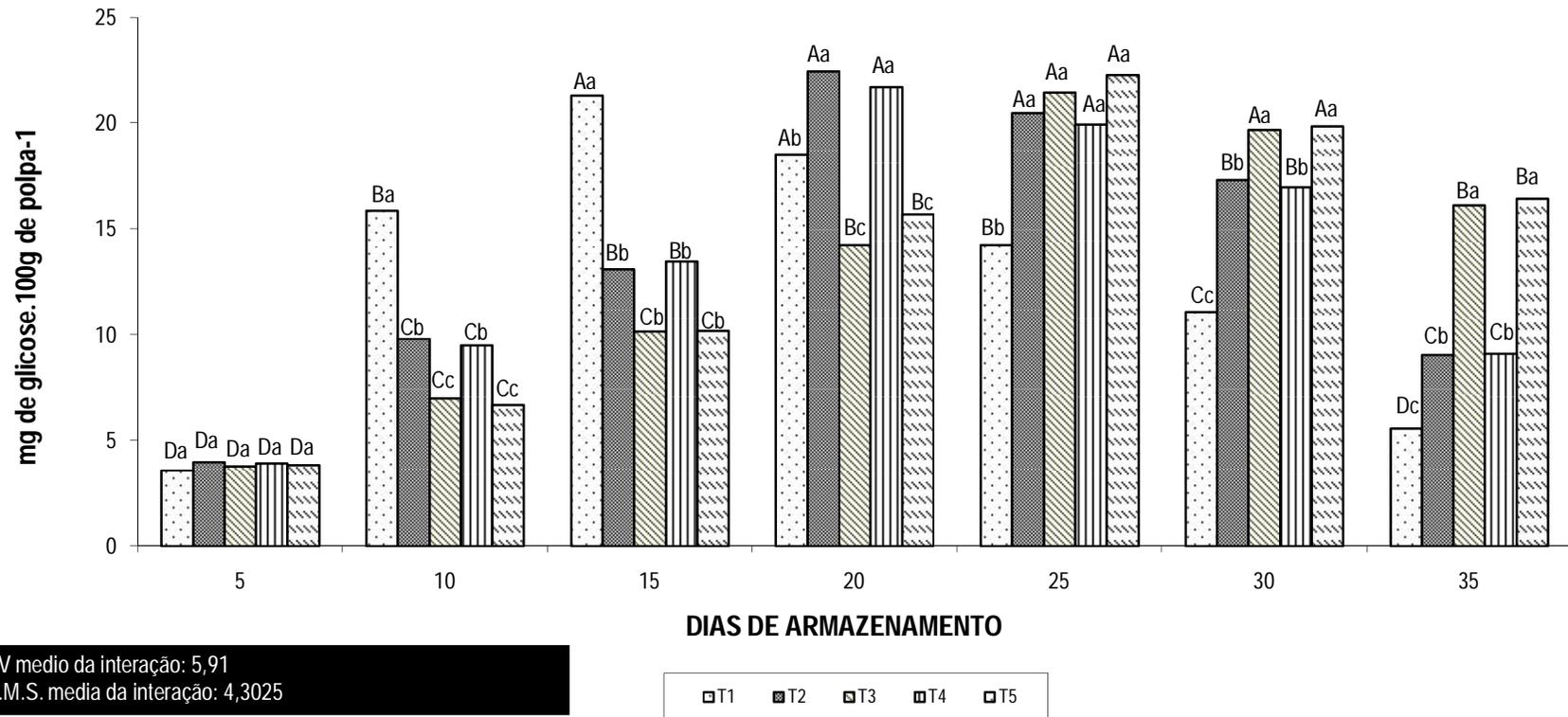


Figura 11a – Teor de açúcares totais em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Controle (sem embalagem, sistema de adsorção de etileno nem vácuo); **T2** – Embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD); **T3** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno; **T4** – embalagem de PEBD + vácuo; e **T5** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno + vácuo) visando a modificação atmosférica e controle de etileno, Boa Vista – RR, 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de armazenamento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

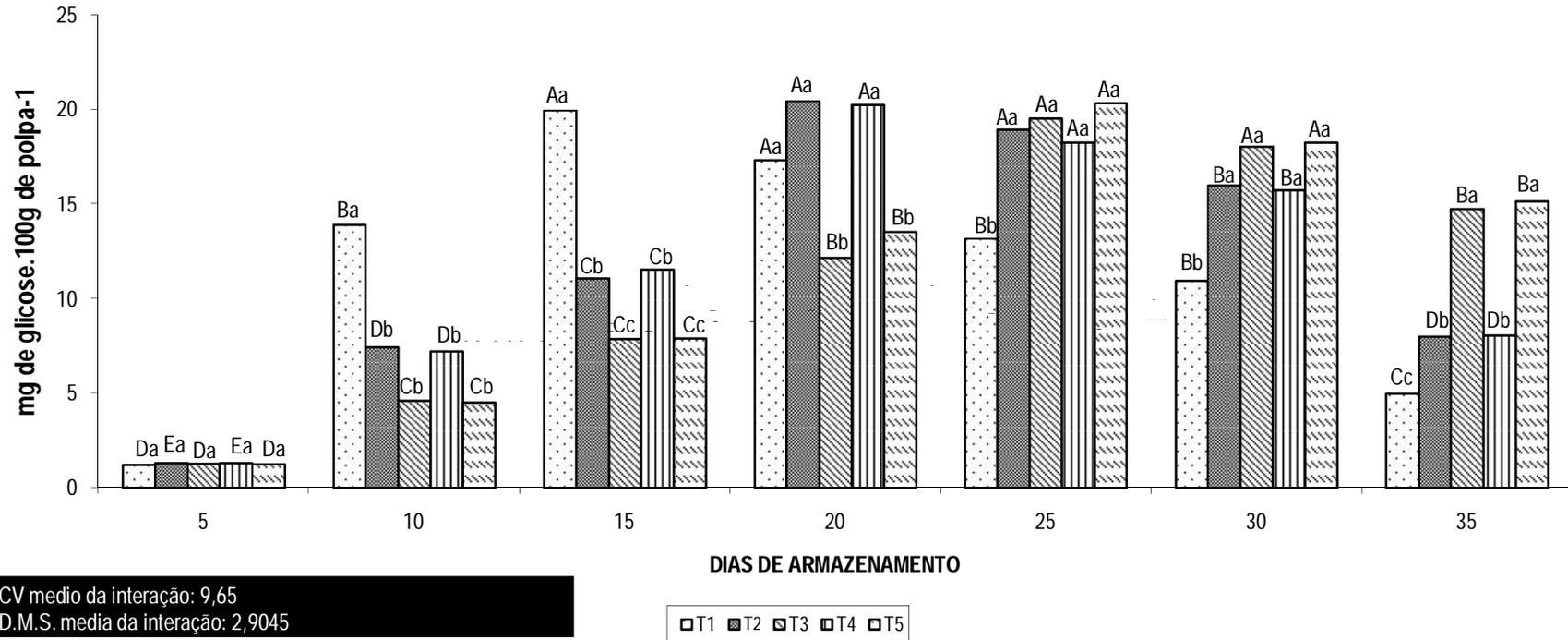


Figura 11b – Teor de açúcares redutores em bananas ‘Prata-quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Controle (sem embalagem, sistema de adsorção de etileno nem vácuo); **T2** – Embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD); **T3** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno; **T4** – embalagem de PEBD + vácuo; e **T5** – embalagem de PEBD + adsorvedor de etileno + vácuo) visando a modificação atmosférica e controle de etileno, Boa Vista – RR, 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de armazenamento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

acondicionados nas embalagens plásticas apresentaram comportamento semelhante, tornando-se diferentes somente no 35º dia. Portanto, durante o período experimental, houve significativa elevação dos teores de açúcares redutores para os frutos embalados sem o sachê adsorvedor de etileno, e posterior redução ao final do experimento. Enquanto que nos frutos onde os tratamentos foram submetidos a presença do sachê adsorvedor houve manutenção dessa característica, indicando diminuição do metabolismo e, conseqüentemente, maior longevidade para os frutos embalados em PEBD e submetidos ao sachê adsorvedor de etileno.

4.6 Conclusões

A combinação do uso da embalagem de PEBD com o sachê de permanganato de potássio (KMnO_4) resultou no retardamento do processo de maturação dos frutos de banana ‘Prata-Anã’, quando armazenada a 12°C.

Pode-se atribuir esse efeito benéfico à presença do sachê na adsorção de etileno e, conseqüentemente, na própria ação do etileno no amadurecimento dos frutos, retardando a senescência das bananas ‘Prata-Anã’.

5 – ARTIGO B – Métodos e Tempos de Desverdecimento para Banana ‘Prata-Anã’ Cultivada na Amazônia Setentrional Brasileira

5.1 - Resumo

A qualidade das bananas apresentadas ao consumidor é fator primordial para a sua comercialização. Assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o desenvolvimento e a aplicação de métodos e tempos de desverdecimento visando a padronização e uniformização de bananas ‘Prata-Anã’ produzidas em Boa Vista, Roraima. Após colhidos, os frutos foram selecionados no formato de buquês, sanitizados e armazenados por 4 períodos de tempo, com 0, 10, 20 e 30 dias em refrigeração a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $93 \pm 2\%$ de U.R. Os tratamentos foram: T1 – abafamento + 0 dias de armazenamento refrigerado (dias de AR); T2 – Ethrel® + 0 dias de AR; T3 – Abafamento + 10 dias de AR; T4 – Ethrel® + 10 dias de AR; T5 – Abafamento + 20 dias de AR; T6 – Ethrel® + 20 dias de AR; T7 – Abafamento + 30 dias de AR; T8 – Ethrel® + 30 dias de AR. Após cada período de AR, os frutos foram analisados com 1, 2, 3 e 4 dias após o desverdecimento. As análises realizadas foram: perda de massa fresca, coloração da casca, lesões na casca, produção de etileno e CO_2 (curva de respiração), pH, acidez titulável (AT), atividade enzimática (enzimas pectinametilesterase -PME e poligalacturonase - PG), pectina total e solúvel, amido, sólidos solúveis (SS) e açúcares totais e redutores. Não houve efeito significativo que determinasse qual o melhor método de desverdecimento, porém, verificou-se que quanto maior foi o período de AR, menor foi o período de manutenção da qualidade das bananas ‘Prata-Anã’ após o desverdecimento. Assim, pode-se recomendar que o desverdecimento seja realizado com segurança em até 20 dias após a colheita e, sobretudo se mantidas sob condições de refrigeração a $12^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $93 \pm 2\%$ de U.R. Espera-se, nessa situação, a manutenção dos atributos de qualidade sensorial nas bananas por no mínimo, 3 dias durante o período médio de comercialização.

Palavras chave: Pós-colheita, qualidade, *Musa sp.*, armazenamento refrigerado, climatização.

5.2 – Abstract:

ARTICLE B - Methods and Times of degreening of the 'Prata-Anã' banana cultivated in the northern Brazilian Amazon

The banana quality presented to the consumers is the key factor for marketing. The study aim is to evaluate the development and application of methods and times of degreening on standardization and uniformization of bananas 'Prata-Anã' produced in Boa Vista, Roraima. After harvested, fruits were selected in the form of bouquets, sanitized and stored for four time periods, 0, 10, 20 and 30 days at $12^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$ and $93 \pm 2\% \text{ RH}$. The treatments were: T1 – muffling + 0 days of cold storage (days CS), T2 – Ethrel® + 0 days of cold storage, T3 – muffling + 10 days of cold storage; T4 – Ethrel® + 10 days of cold storage; T5 – muffling + 20 days of cold storage; T6 – Ethrel® + 20 days of cold storage; T7 – muffling + 20 days of cold storage; T8 - Ethrel® + 30 days of cold storage. After each period of cold storage, fruits were degreening and analyzed with 1, 2, 3 and 4 days after the degreening. The follow in analysis were: loss of fresh weight, pH of the pulp, peel color, lesions in the skin, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), CO_2 /ethylen production inside the bags, total and reducing sugars, enzymatic activity of polygalacturonase (PG) and of pectin methyl esterase (PE), total and soluble pectin content and starch content. There were no significant effects to determined the best method of muffling it was found that the longer the period of cold storage, the lower was the period of maintaining the bananas 'Prata-Anã' quality after the degreening. Thus, is possible to recommend that the degreening be safely performed within 20 days after harvest and especially if the bananas kept under refrigeration at $12^{\circ} \pm 1^{\circ} \text{C}$ and $93 \pm 2\% \text{ RH}$. It is hoped in this situation, the maintenance of sensory quality attributes of bananas for at least 3 days during the average marketing.

Keywords: Postharvest quality, *Musa* sp., cold storage, conditioning air .

5.3 - Introdução

A banana (*Musa* spp.) está entre os frutos mais consumidos no mundo na forma *in natura*, sendo explorada na maioria dos países de clima tropical. Em 2008, o Brasil produziu 6.998.150 toneladas em todo o território nacional (FAO, 2011), sendo a região Nordeste a maior produtora (34%), seguida das regiões Norte (26%), Sudeste (24%), Sul (10%) e Centro-Oeste (6%) (ALVES et al., 2007). Em Roraima, a produção de banana esta presente em todos os municípios com maior expressão na região de Campos Novos e sul do Estado (MOREIRA et al., 2007).

A banana produz elevados níveis de etileno durante o amadurecimento, e considerando que a qualidade está relacionada à minimização da taxa de deterioração, ou seja, manutenção prolongada das características sensoriais do produto, é necessário utilizar tecnologias que diminuam o metabolismo e desacelerem o processo maturativo (ROCHA, 2005).

No que se refere à qualidade do fruto, o principal problema da bananicultura roraimense e brasileira consiste no manejo do produto a partir da colheita: transporte, embalagem, climatização, manuseio e logística do mercado consumidor. Segundo Lichtemberg et al. (2001), a falta de cuidados no manejo pós-colheita é responsável pela desvalorização da banana no mercado interno e pela perda de oportunidade de exportação brasileira do fruto.

De acordo com Kader (2002), Chitarra & Chitarra (2005) e Neves et al., (2009), para suprir as demandas do mercado consumidor e obter a máxima vida útil, os frutos climatéricos, como a banana, devem ser colhidos a partir da maturidade fisiológica. Assim, o amadurecimento do fruto climatérico pode ocorrer de forma natural ou induzida pela climatização (NOGUEIRA et al., 2007). Nesse sentido, a climatização proporciona amadurecimento mais uniforme, permitindo programar a comercialização e a industrialização da banana.

O desverdecimento, também conhecido como climatização, é a tecnologia utilizada que tem a finalidade de acelerar o processo de amadurecimento dos frutos (CAMPOS, 2003). Além disso, pode promover maior uniformidade do desenvolvimento da coloração e do amadurecimento (NOGUEIRA et al., 2007). As características externas de qualidade, percebidas pelo tato e pela visão, são importantes na diferenciação do produto, particularmente na decisão de compra. As características internas percebidas sensorialmente pelo sabor, aroma e textura ao paladar, combinadas

com a aparência do produto, são igualmente importantes na determinação da aceitação pelo consumidor (CHITARRA, 2000), fato pelo qual se faz necessário aumentar a compreensão da pós-colheita dos frutos.

O amadurecimento induzido por climatização em bananas tem sido largamente utilizado, proporcionando maturação uniforme, visto que o fruto apresenta maturação naturalmente desuniforme, em vista da formação dos frutos em pencas com diferentes idades. No entanto, não há para todas as cultivares de banana estudos específicos em relação ao tempo entre a colheita e a climatização que possa afetar a qualidade dos frutos (SILVA et al., 2006), principalmente ao que concerne a cultivares adaptadas a Região Amazônica.

A banana, fruto climatérico, apresenta elevada taxa respiratória e produção de etileno após a colheita, o que o torna altamente perecível. Esse hidrocarboneto gasoso pode difundir-se dentro e fora dos tecidos vegetais, podendo afetar a qualidade de produtos hortícolas, como a coloração, a firmeza de polpa, a textura e o sabor (NEVES et al., 2009).

A produção autocatalítica e a sensibilidade ao etileno pode ser consideradas como duas características bioquímicas mais importantes dos frutos climatéricos, integrados ao processo total de amadurecimento dos frutos. Essa substância, produzida naturalmente pelos vegetais é o fitorregulador atuante no amadurecimento de frutos climatéricos, acelerando, a velocidade do metabolismo relacionado ao amadurecimento e senescência desses frutos (COCOZZA, 2003).

Desta forma, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o desenvolvimento e a aplicação de métodos e tempos de desverdecimento de bananas, permitindo a uniformidade e a padronização do amadurecimento das bananas em condições de refrigeração, visando manter qualidade das bananas 'Prata-Anã' produzidas em Boa Vista, Roraima.

5.4 - Material e Métodos

O experimento foi realizado com frutos de bananeira 'Prata-Anã' no período de 19 de janeiro a 22 de fevereiro de 2010, colhidos na empresa Roraima Agrofrutas, (latitude 2°50'06" N e longitude 60°40'28" W). As análises foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA), da Universidade Federal de Roraima (UFRR) e no Laboratório Pós-colheita da UNESP/FCA em Botucatu/SP. O ponto de

colheita foi definido observando-se parâmetros visuais das bananas, levando em consideração a redução das quinas e/ou angulosidades da superfície dos frutos (CAMPOS et al., 2003), a coloração no estágio 1 (Von Loesecke, 1950 – citado por CEAGESP, 2006), bem como, em amostragem a qual verificou-se que no momento da colheita os frutos apresentavam sólidos solúveis médios (3,6°Brix) e a acidez titulável média (2,32% de ácido cítrico. 100g⁻¹ de polpa) no ponto de colheita.

Após a colheita os frutos foram encaminhados a packing house da empresa Roraima Agrofrutas onde seguiu-se com a pré-limpeza e o pré-resfriamento por 30 minutos dos cachos a 20 ± 2°C (imersão em tanque com solução de água, com sulfato de alumínio e cloreto de cálcio a 2%) e a despalma. Os frutos foram então transportados em caixas plásticas de 20kg até o LTA/UFRR onde, novamente, foram imersos em solução de hipoclorito de sódio (NaOCl) a 2,5%.L⁻¹ de água, durante 10 minutos. O enxágüe e a secagem dos frutos foram realizadas em bandejas perfuradas expostas ao ar atmosférico do LTA (22±1°C e 75±3% de U.R.). Posteriormente, os buquês (de 3 a 5 dedos) foram selecionados e padronizados pelo tamanho e pela ausência de danos/defeitos visuais, para a composição dos seguintes tratamentos: T1 – Abafamento + 0 dias de armazenamento refrigerado (AR), T2 – Ethrel® + 0 dias de AR, T3 – Abafamento + 10 dias de AR, T4 – Ethrel® + 10 dias de AR, T5 – Abafamento + 20 dias de AR, T6 – Ethrel® + 20 dias de AR, T7 – Abafamento + 30 dias de AR, T8 – Ethrel® + 30 dias de AR.

Após a aplicação dos tratamentos, as unidades amostrais foram armazenadas em câmara frigorífica a 12±1°C e U.R. de 93±2% até 30 dias de AR, em embalagens de polietileno de baixa densidade (PEBD). Em cada embalagem foi realizado o vácuo (-600 mmHg) e adicionado um sachê adsorvedor de etileno da marca Always Fresh®, do fabricante Soloeste, contendo “pellets” impregnados com permanganato de potássio. O período de armazenamento refrigerado (AR) variou conforme o tratamento proposto. Após cada período de AR, visando a elevação da temperatura dos frutos até o equilíbrio com o ambiente laboratorial (22±1°C e 75±3% de U.R.), os frutos foram retirados da câmara 12 horas antes de serem submetidos ao desverdecimento.

Para o tratamento com Ethrel® (Bayer), os buquês, foram imersos por 10 minutos em solução com 166mL do produto comercial para 100L de água. Para o tratamento com abafamento os frutos foram envoltos em lona plástica (polietileno com fio de ráfia interno e ilhós de latão), marca Lona Leve, tipo caminhoneiro.

Após 12h do desverdecimento, diariamente e durante 4 dias, os frutos foram

analisados quanto a:

1 – Perda de massa fresca: quantificada pela variação percentual (%) da massa fresca de cada unidade amostral (buquê) no decorrer do experimento, em cada período de análise, em comparação a massa fresca inicial da unidade experimental na instalação do experimento.

2 – Coloração: avaliado pelo aspecto externo do fruto quanto a coloração da casca, seguindo a escala subjetiva de valores de Von Loesecke (1950) adotada pelas Normas de Classificação de Banana da Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo – CEAGESP, (2006), atribuindo-se notas da seguinte forma: 1: totalmente verde 2: verde com traços amarelos; 3: mais verde do que amarelo; 4: mais amarelo do que verde; 5: amarelo com ponta verde; 6: amarelo e 7: amarelo com áreas marrons.

3 – Lesões na casca: avaliação da existência de lesões superficiais na casca dos frutos, sendo medidas em centímetros (cm) onde, a partir daí, foram atribuídos notas variando a gravidade das lesões e conforme a seguinte escala subjetiva de valores (Adaptado de SANCHES et al., 2008): 1: sem lesão; 2: lesões muito leves (até 0,5cm na maior extensão); 3: lesões leves (> 0,5cm < 1,5cm na maior extensão); 4: lesões médias (>1,5 < 2,5cm na maior extensão); 5: lesões graves (> 2,5cm na maior extensão); 6: lesões graves (> 2,5cm com sintomas microbiológicos).

4 – Produção de etileno e CO₂ (curva de respiração): os frutos foram acondicionados 1kg ± 55g de frutos (na repetição), em recipientes herméticos com capacidade unitária de 5,0L durante 1 hora a 22,0±1,0°C. Passado esse período, foram coletados, com auxílio de seringa hipodérmica, 5,0mL da atmosfera gasosa de cada recipiente (cada tratamento) para dosagem do etileno e do CO₂. A produção de etileno foi quantificada por cromatografia gasosa utilizando cromatógrafo a gás marca Varian®, modelo 3300, equipado com coluna de aço inox 1/8”, preparado com Porapak® N e detector de ionização de chama. A concentração de CO₂ foi quantificada em cromatógrafo Shimadzu® CR 950, equipado com sistema de detecção por condutividade térmica. Foram utilizados como padrões soluções de etileno e CO₂ a 100ppm e 5%, respectivamente para cada gás. Os resultados foram expressos em mg de Etileno.Kg⁻¹.h⁻¹ e mg de CO₂.Kg⁻¹.h⁻¹;

5 – pH (potencial hidrogeniônico): determinado com phmetro digital Marca Gehaka, Modelo PG1800, diretamente na polpa da banana (IAL, 2008);

6– Acidez titulável (AT): foi determinada por titulometria de neutralização, pela titulação de 10g de polpa triturada, homogeneizada e diluída para 100mL em água

destilada, com solução padronizada de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1N, com ponto de viragem no pH 8,2. Os resultados foram expressos em % de ácido cítrico.100g⁻¹ de polpa (IAL, 2008);

7 – Atividade enzimática (enzima pectinametilsterase – PME; enzima poligalacturonase - PG): pectinametilsterase (PME) foi determinada segundo Jen & Robinson (1984), onde analisou-se a capacidade da enzima em catalisar a desmetilação de pectina correspondente a 1µmol de NaOH por minuto nas condições de ensaio. Os resultados foram expressos em µmol de NaOH.g⁻¹.min⁻¹. A poligalacturonase (PG) foi determinada segundo Pressey & Avants (1973), onde analisou-se a capacidade da enzima em catalisar a formação de de 1ηmol de açúcar redutor por minuto por grama de amostra. Os resultados foram expressos em ηmol de AC.red.g⁻¹.min⁻¹

8 – Pectina total e solúvel: foram extraídas seguindo a técnica de McCready e McCoomb (1952) e determinadas colorimetricamente pela reação com carbazol, segundo a técnica de Bitter e Muir (1962). Os teores de pectina total e solúvel foram expressos em porcentagem (%) de ácido galacturônico.100g⁻¹ de polpa.

9 – Amido: Pesou-se 1,0g de amostra, previamente seca em erlenmeyer de 250mL. Adicionou-se a essa 50mL de ácido clorídrico (HCl) a 1M (8,5mL de HCl em 1 litro destilada). Os erlenmeyers foram fechados com tampão de algodão envolvido por filme plástico auto-aderente. Os frascos contendo as amostras foram colocados em recipiente plástico para microondas com água no fundo suficiente para evitar secar. Os erlenmeyers permaneceram em microondas durante 20 minutos na potência máxima. Após esse período, o amido se transformou em açúcares e algumas gotas foram retiradas para o teste com Lugol (Iodo em iodeto de potássio) - tornando amarela a solução. A seguir, a amostra foi neutralizada com NaOH 10% (100g NaOH/L de água) usando 3 gotas de fenilfetaleina como indicador até que a coloração da solução ficasse rósea. Os resultados foram expressos em mg de glicose. 100g⁻¹ de polpa.

10 – Sólidos Solúveis (SS): foi determinado por refratometria, com o emprego de refratômetro portátil, modelo – RT 30ATC. Os resultados foram expressos em °Brix (IAL, 2008);

11 – Açúcares totais e redutores: foram determinados segundo a metodologia de Nelson (1944) e os resultados expressos em mg de glicose.100g⁻¹ de polpa.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com o esquema fatorial 2x4 (métodos de desverdecimento x dias de análises) com 3 repetições, sendo cada repetição composta de duas unidades amostrais(UA). Feita a

análise exploratória dos dados, constatou-se que os mesmos seguiam distribuição normal, os erros eram independentes e, apresentavam homocedasticidade. Assim, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e a comparação de médias foi efetuada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade estatística.

5.5 - Resultados e Discussões

1 – Perda de massa fresca:

Considerando-se o valor aceitável de perda de massa fresca em torno de 5 a 10% (KADER, 2002) e observando-se a Figura 1, verificou-se que os frutos desverdecidos na colheita mantiveram-se satisfatórios até o quarto dia após o desverdecimento. Contudo, na prática, somente aproximadamente 5% da banana produzida em Roraima é comercializada logo após a colheita (ADERR, 2010). No outro extremo, aos 30 dias de AR, os frutos estavam no limite de tolerância das perdas de massa fresca, devendo ser comercializados quase que imediatamente. Ou seja, esses frutos colhidos e refrigerados por 30 dias nas condições do presente experimento devem, prioritariamente ser desverdecidos e prontamente encaminhados a comercialização. Assim sendo, verificou-se que o limite a seguir para a comercialização nessa condição foi menor que 1 dia após do desverdecimento. Campos et al. (2003) verificaram que a banana 'Nanicão' climatizada apresentou a vida útil reduzida entre 2 e 3 dias após o desverdecimento, com elevados índices de perdas pós-colheita, representados, principalmente, por danos mecânicos e por danos fisiológicos. Esses mesmos autores identificaram a perda de massa fresca por transpiração dos frutos com valores máximos de 7,07% e 5,69%. Baseado nesses resultados, os frutos tratados com os métodos de desverdecimento logo após a colheita, e com 10 e 20 dias de AR estavam dentro desses limites estabelecidos por esses autores.

No presente experimento houveram diferenças significativas das perdas de massa fresca entre os frutos tratados ao longo do período de AR (Figura 1). Da mesma forma, entre os dias após o desverdecimento para cada período de AR, houveram aumentos progressivos, estatisticamente diferentes entre os períodos de desverdecimento.

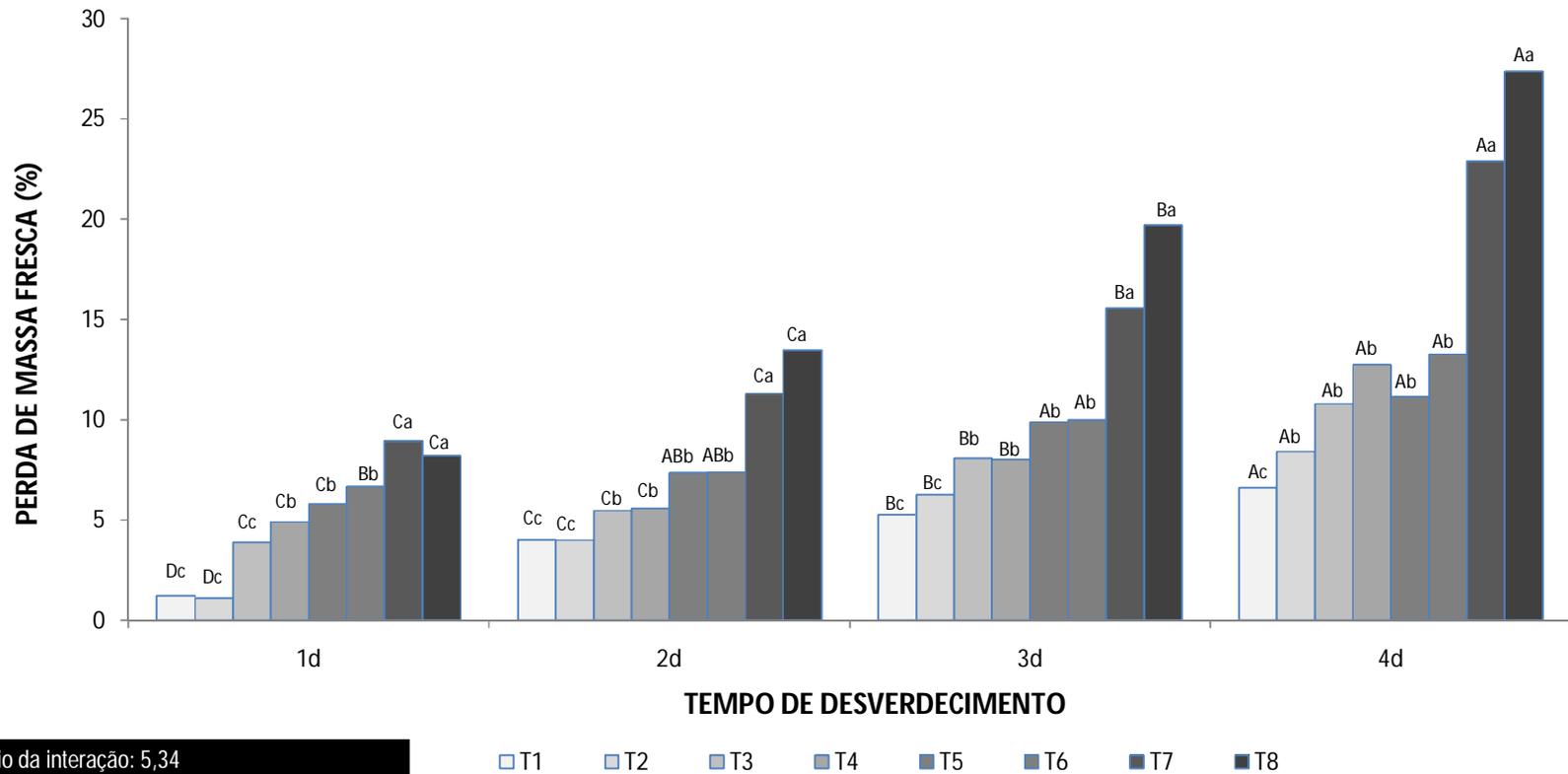


Figura 1 – Perda de massa fresca em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Abafamento + 0 dias de AR, **T2** – Ethrel® + 0 dias de AR, **T3** – Abafamento + 10 dias de AR, **T4** – Ethrel® + 10 dias de AR, **T5** – Abafamento + 20 dias de AR, **T6** – Ethrel® + 20 dias de AR, **T7** – Abafamento + 30 dias de AR, **T8** – Ethrel® + 30 dias de AR) visando o desverdecimento. Boa Vista – RR, 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de desverdecimento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

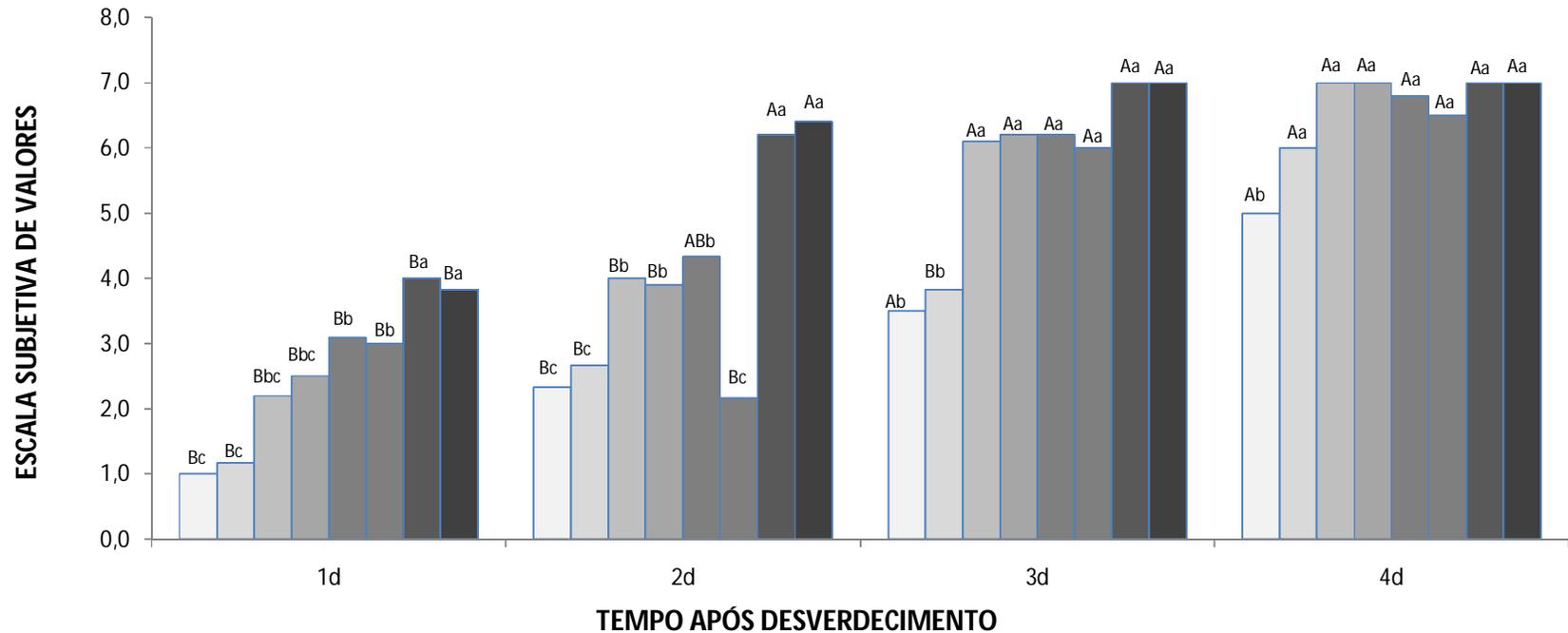
Silva et al. (2006) avaliando bananas 'Prata', por período de 5 dias de armazenamento refrigerado e climatizadas no 1º, 2º e 3º dias após a colheita, observaram perdas significativas no 1º dia de avaliação, sendo que os frutos climatizados tardiamente apresentaram as maiores perdas de massa fresca. Nos dias seguintes ao 3º dia após a colheita, e posterior climatização os valores entre os tratamentos foram estatisticamente semelhantes, contudo evidentemente fora dos padrões de comercialização e consumo.

Somente detectou-se diferença em relação a perda de massa fresca entre o tratamento com Ethrel® e abafamento 1 dia após o desverdecimento, com 20 dias de armazenamento refrigerado. A evolução da perda de massa fresca nos tratamentos foi atribuída a condição de stress causada aos frutos a partir da saída da câmara de refrigeração, assim como, a retirada dos frutos das embalagens de PEBD contendo o sachê adsorvedor de etileno, além próprio efeito do uso da embalagem de PEBD. Neves et al. (2004), trabalhando com carambolas, verificaram durante o período de avaliação a interferência da embalagem de PEBD nas porcentagens das perdas médias de massa fresca dos frutos. Somada a mudança de ambiente imposta ao fruto, há também a influência química direta dada pela aplicação do Ethephon (Ethrel®) e a mudança bioquímica pela ação direta do etileno endógeno no abafamento.

Assim, por tratar-se de tecido vegetal vivo, os frutos de banana 'Prata-Anã' apresentaram processo natural de amadurecimento, sendo por sua vez retardado pelo uso de inibidores da ação do etileno, como o sachê adsorvedor (NEVES et al., 2008) e/ou acelerado pela aplicação do etileno exógeno (Ethrel®). No presente experimento, observou-se que quanto maior o período de AR, maiores foram as perdas de massa fresca. Isso, provavelmente, ocorreu pelo acelerado metabolismo respiratório dos frutos ocasionando a perda excessiva de umidade para o ambiente, além do maior desgaste energético de reservas tanto quanto maior foi o período de AR. Naturalmente, após o desverdecimento, os frutos apresentaram maiores perdas de massa fresca no 3º e 4º dia após o desverdecimento, dependendo do tempo em que o mesmo foi aplicado. Portanto, dado o tempo médio de comercialização das bananas produzidas em Roraima de 3 dias (ADERR, 2010), recomenda-se que o desverdecimento seja realizado com segurança em até 20 dias após a colheita e sob refrigeração segundo as condições aqui apresentadas.

2 – Coloração da casca:

Os frutos colhidos no estágio 1, de coloração totalmente verde, evoluíram para



CV medio da interação: 6,77
D.M.S. media da interação: 1,9006

□ T1 □ T2 □ T3 □ T4 □ T5 □ T6 □ T7 □ T8

Figura 2 – Coloração da casca em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Abafamento + 0 dias de AR, **T2** – Ethrel® + 0 dias de AR, **T3** – Abafamento + 10 dias de AR, **T4** – Ethrel® + 10 dias de AR, **T5** – Abafamento + 20 dias de AR, **T6** – Ethrel® + 20 dias de AR, **T7** – Abafamento + 30 dias de AR, **T8** – Ethrel® + 30 dias de AR) visando o desverdecimento. Boa Vista – RR, 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de desverdecimento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

o nível máximo na escala que vai até 7 – amarelo com áreas marrons (Von Loesecke, 1950 – citado por CEAGESP, 2006), caracterizando estágio avançado de senescência. Contudo, não houve diferença significativa entre os tratamentos Ethrel® e Abafamento. Porém foi observada diferença significativa entre os frutos tratados com Ethrel® e Abafamento aos 20 dias de AR com 2 dias após o desverdecimento, onde a coloração pôde ser atribuída a possível diferença entre pontos de maturação dos frutos, o que proporcionou o não acompanhamento do padrão de comportamento de coloração dos frutos dos demais tratamentos. Entretanto, ao observar-se a Figura 2, a diferença entre os períodos de AR foi significativa.

Nogueira et al. (2007), desverdecendo bananas ‘Nanica’ e ‘Pacovan’ com o uso de carbureto de cálcio, observaram que o teor de clorofila decresceu durante o armazenamento refrigerado. Porém, os frutos do tratamento controle, que não sofreram o processo de climatização, em ambas as cultivares, ainda apresentavam traços verdes após 10 dias de AR. Assim, a perda da coloração verde deveu-se à decomposição estrutural da clorofila, devido aos sistemas enzimáticos que atuam isoladamente ou em conjunto (CHITARRA & CHITARRA, 2005), principalmente pela ação da clorofilase sobre os cloroplastos, que acaba por revelar a coloração amarelada, denotando o amadurecimento das bananas.

Matsuura et al. (2004), trabalhando com as preferências do consumidor quanto aos atributos de qualidade dos frutos de banana, concluíram que com relação a coloração da casca, foram preferidos os frutos de coloração amarelo-média ou amarelo-escura. Nesse sentido, os frutos climatizados aos 10, 20 e 30 dias, respectivamente 2, 2 e 1 dia após esse processo estariam aptos a comercialização. Contudo, essa característica, foi melhor preservada nos frutos desverdecidos ao 10 e 20 dias de AR. Potencialmente, acredita-se que o melhor resultado foi alcançado aos 20 dias de AR, visto que, possibilita ao produtor maior flexibilidade para a pós-colheita. Esta coloração, por sua vez corresponderia a variação entre a coloração de nível 4 a 6, segundo a escala utilizada no presente trabalho. Portanto, fica claro que a aceitação das bananas ‘Prata-Anã’ pelo consumidor está também relacionada a intensidade de coloração da casca. Assim, podem-se com segurança lançar mão da tecnologia da AM com refrigeração e o uso do adsorvedor de etileno para manter os frutos verdes e, quando chegada a hora da comercialização, utilizar-se da tecnologia do desverdecimento para uniformizar a coloração desejada pelo consumidor. Entretanto, como já mencionado anteriormente, o tempo limite para que isso ocorra com segurança

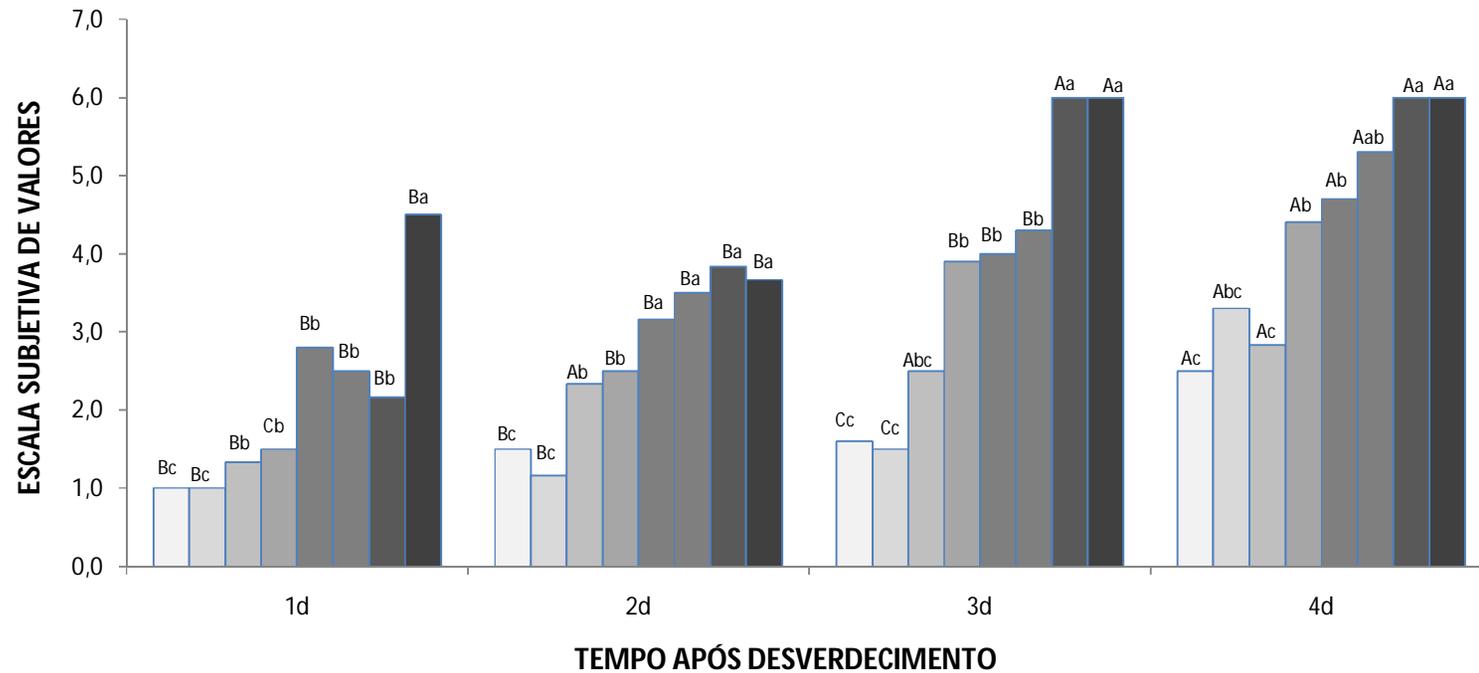
deve ser levado em consideração outros fatores tecnológico, como a perda de massa fresca dos frutos (Figura 1).

Assim, pôde-se constatar que quanto ao atributo de coloração, os frutos desverdecidos aos 30 dias de AR alcançaram o nível ideal de coloração desde o primeiro dia após o desverdecimento. Contudo, pelos demais resultados apresentados, a partir daí esses frutos perderiam rapidamente a qualidade, fato esse visualizado dado o acelerado comportamento respiratório (Figura 4a e 4b) e a própria atividade enzimática (Figura 7a e 7b). Os frutos desverdecidos aos 20 dias de AR estavam dentro da faixa aceitável de coloração do segundo até o terceiro dia após o desverdecimento, comprovando os resultados descritos no presente trabalho. Da mesma forma, aqueles desverdecidos aos 10 dias de AR. Entretanto, contrariamente aos resultados da perda de massa fresca (Figura 1), os frutos desverdecidos no dia da colheita somente alcançaram a faixa de coloração aceitável para a comercialização a partir do terceiro dia após o desverdecimento. Para Manoel (2008), o melhor período para aplicação de etileno nas bananas 'Nanica' irradiadas, sem o comprometimento da qualidade sensorial dos frutos, foi entre 24 e 48 horas após a colheita. No entanto, recomenda-se que o período de segurança para que ocorra o desverdecimento de bananas 'Prata-Anã' seja de até 20 dias, desde que seja utilizada a refrigeração como aqui realizada.

Contudo, vale ressaltar que não existe um momento exato de realizar-se o desverdecimento, a não ser quando relacionado as condições e duração do armazenamento refrigerado, podendo-se antecipar ou retardar a comercialização. Porém, quanto maior for o período de AR, menor será o tempo de comercialização após o desverdecimento. Por isso, o indicativo de até 20 dias de AR para um período seguro de comercialização de até três dias nas condições regionais na Amazônia.

3 – Lesões na casca:

Observou-se comportamento quase que uniforme de crescimento na escala subjetiva de valores para quantificação das lesões na casca (Figura 3) das bananas, intensificando-se os danos com o passar do período experimental. Contudo, não houve diferença significativa entre os métodos de desverdecimento com o uso do Ethrel® ou Abafamento. Também foi percebido que as maiores lesões foram detectados nos frutos armazenados em AM e refrigerados por 30 dias. As menores lesões na casca ocorreram naqueles onde o desverdecimento foi realizado justamente após colheita. Detectou-se diferença significativa entre os tratamentos durante o período pós-desverdecimento e também em cada período entre os frutos armazenados durante os diferentes tempos.



CV medio da interação: 4,49
D.M.S. media da interação: 0,9869

□ T1 □ T2 □ T3 □ T4 □ T5 □ T6 □ T7 □ T8

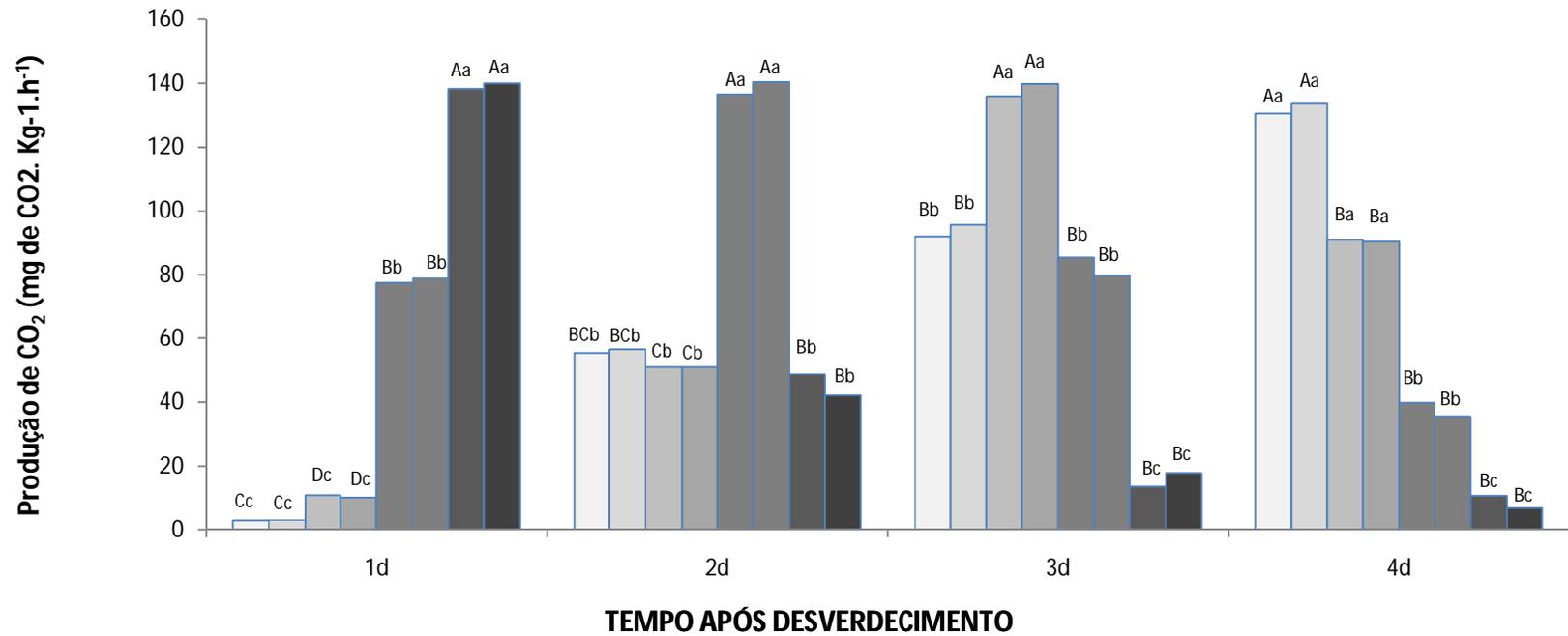
Figura 3 – Lesões na casca de bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Abafamento + 0 dias de AR, **T2** – Ethrel® + 0 dias de AR, **T3** – Abafamento + 10 dias de AR, **T4** – Ethrel® + 10 dias de AR, **T5** – Abafamento + 20 dias de AR, **T6** – Ethrel® + 20 dias de AR, **T7** – Abafamento + 30 dias de AR, **T8** – Ethrel® + 30 dias de AR) visando o desverdecimento. Boa Vista, RR – 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de desverdecimento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Assim, as menores lesões na casca dos frutos foram detectadas no 1º dia após o desverdecimento, obtendo-se nota 1 – sem lesão, para os frutos tratados com Ethrel® ou abafamento na colheita, e as maiores lesões a partir do 3º dia após o desverdecimento, nos frutos tratados com Ethrel® ou Abafamento com 30 dias de AR. Dados esses concordantes com os demais resultados apresentados até então, onde o desverdecimento após 30 dias de AR não proporcionou nem sequer 1 dia completo de segurança para que a qualidade sensorial se mantivesse estável nos frutos.

Neste sentido, observando-se a Figura 3, pôde-se constatar que houve aumento das lesões na casca para todos os frutos tratados, muito embora de forma mais acelerada nos frutos com o maior período de armazenamento refrigerado. Tal observação pode ser atribuída as mudanças metabólicas ocorridas nas bananas pela maior solubilização dos SS (Figura 10), dos açúcares totais e redutores (Figura 11a e 11b) e pelo aumento da atividade enzimática (Figuras 7a e 7b), que culminou na redução dos teores de pectina total (Figura 8a) e solúvel (Figura 8b). Com a solubilização da pectina, naturalmente ocorreram mudanças na textura, causando o amaciamento excessivo da polpa desses frutos (CHITARRA & CHITARRA, 2005), fazendo com que os mesmos ficassem mais propensos ao surgimento e desenvolvimento de danos nas cascas das bananas. Assim, pôde-se afirmar que quanto maior foi o período de armazenamento refrigerado, maior foi a velocidade de aparecimento de lesões na casca dos frutos após o desverdecimento.

4 – Produção de etileno e CO₂ (Curva de Respiração)

Na Figura 4b foram apresentadas as diferentes épocas após o desverdecimento em que houve o pico de produção de etileno. Como o etileno é relacionado ao processo de amadurecimento dos frutos das bananas (CAMPOS et al., 2003), a maior produção e conseqüentemente, o aumento da concentração nas embalagens, tendeu a potencializar o amadurecimento nas bananas ‘Prata-Anã’ aqui trabalhadas. Por outro lado, mesmo com a aplicação exógena de etileno, verificou-se que os frutos desverdecidos após 30 dias de AR não demonstraram, pelo menos aparentemente, o pico de produção de etileno. Acredita-se então, por uma análise mais complexa dos demais parâmetros analisados, que esse pico deva ter ocorrido antes do 1º período de análise, denotando-se para esses frutos acelerado metabolismo e conseqüente menor potencial de conservabilidade. Os frutos desverdecidos aos 20 dias de AR apresentaram o pico de etileno no primeiro dia após o desverdecimento. Os frutos desverdecidos aos 10 dias de AR e na colheita apresentaram, respectivamente, picos de produção de etileno no 2º e 3º dia após o desverdecimento. Após esse pico, todos os frutos tratados apresentaram redução na



CV medio da interação: 4,67
D.M.S. media da interação: 40,1993

□ T1 □ T2 □ T3 □ T4 □ T5 □ T6 □ T7 □ T8

Figura 4a - Produção de CO₂ em bananas 'Prata-Anã' quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Abafamento + 0 dias de AR, **T2** – Ethrel® + 0 dias de AR, **T3** – Abafamento + 10 dias de AR, **T4** – Ethrel® + 10 dias de AR, **T5** – Abafamento + 20 dias de AR, **T6** – Ethrel® + 20 dias de AR, **T7** – Abafamento + 30 dias de AR, **T8** – Ethrel® + 30 dias de AR) visando o desverdecimento. Boa Vista – RR, 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de desverdecimento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

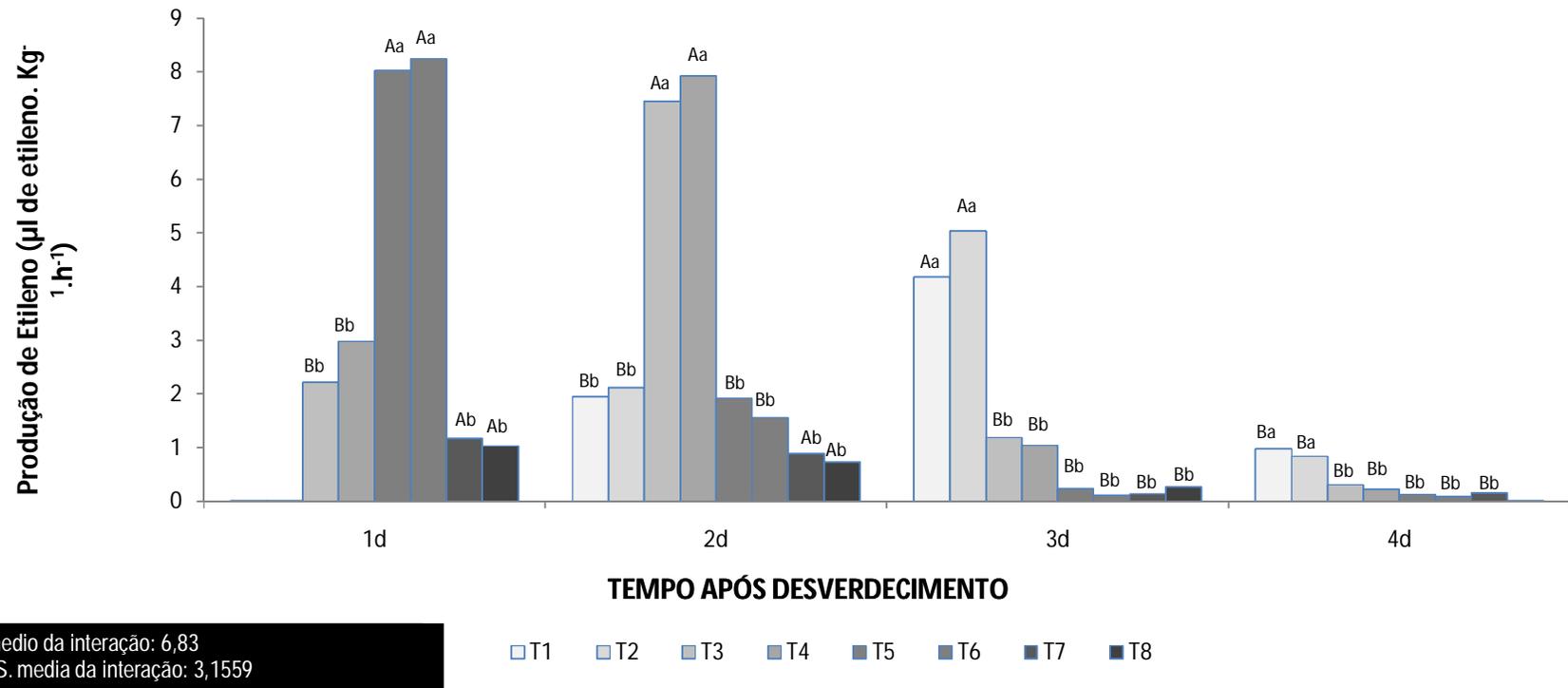


Figura 4b - Produção de etileno em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Abafamento + 0 dias de AR, **T2** – Ethrel® + 0 dias de AR, **T3** – Abafamento + 10 dias de AR, **T4** – Ethrel® + 10 dias de AR, **T5** – Abafamento + 20 dias de AR, **T6** – Ethrel® + 20 dias de AR, **T7** – Abafamento + 30 dias de AR, **T8** – Ethrel® + 30 dias de AR) visando o desverdecimento. Boa Vista – RR, 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de desverdecimento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

produção de etileno, comportamento considerado normal para os frutos climatéricos (KADER, 2002; NEVES et al., 2009).

Quanto a respiração dos frutos (Figura 4a), fator principal para caracterizar o fruto como climatérico (SILVA et al., 2006), foi quantificada pela produção de CO₂, momento esse que marcou o início da senescência do fruto. Assim, o clímax respiratório ocorreu em diferentes épocas após o desverdecimento, seguindo-se de drástica queda na produção do dióxido de carbono, em todos os frutos. No entanto, as diferenças na velocidade com que isso aconteceu foi determinante para a constatação da vida útil das bananas em cada tratamento.

Observando-se os frutos desverdecidos logo após a colheita, pôde-se constatar que existiu comportamento de crescimento respiratório dos mesmos tendo o auge ocorrido no 4º dia após o desverdecimento. Nesse sentido, presupõe-se que esses frutos ainda poderiam ter mais alguns dias para a plena senescência. Contudo, como afirmado, o desverdecimento ocorrido após a colheita inviabilizaria a comercialização em pólos mais distantes do estado de Roraima, como por exemplo Manaus/AM, onde, necessariamente, precisa-se de 10 a 15 dias para que o mesmo ocorra satisfatoriamente (ADERR, 2010). O contrário verificou-se nos frutos desverdecidos após 30 dias de AR, onde a produção de CO₂ caiu gradativamente até o 4º dia após desverdecimento, denotando-se assim a plena senescência dos mesmos e a baixa qualidade sensorial ao final das análises.

Quando observou-se a produção de etileno (Figura 4b), verificou-se que os picos de produção de etileno foram retardados, tanto quanto menor foi o período de armazenamento refrigerado (AR). Campos et al. (2003) descreveram a banana como fruto climatérico, por apresentar respiração ativa, responsável por transformações bioquímicas e fisiológicas durante o amadurecimento. Dessa forma, os frutos puderam ser colhidos ainda verdes, no estágio de completo desenvolvimento fisiológico, amadurecendo e/ou atingindo a maturação comercial durante a pós-colheita (NEVES et al., 2009), assim como aconteceu no presente trabalho. Ainda, Nogueira et al. (2007), desverdecendo bananas 'Nanica' e 'Pacovan', verificaram que após os frutos atingirem o climatério, a produção de CO₂ pelos frutos declinou. Isso estaria acontecendo, provavelmente, devido ao decréscimo de substratos energéticos usados na respiração, utilizados para a produção da energia necessária aos processos moleculares e fisiológicos referente ao amadurecimento dessas bananas.

5 – pH (Potencial hidrogeniônico):

Quanto ao comportamento do pH do decorrer do experimento (Figura 5), foi verificado comportamento de redução nos teores. O mesmo aconteceu com Silva et al. (2006), onde afirmaram que após essa redução, assim como apresentado no presente trabalho, houve início de nova elevação do pH, caracterizando a senescência dos frutos da bananeira 'Prata-Anã'. A diminuição do pH ao longo do período experimental foi esperado por estar associado ao acúmulo de açúcares e de constituintes ácidos durante o amadurecimento dos frutos. Nesse sentido como os açúcares solúveis (Figura 11b) são precursores dos ácidos orgânicos, com predominância na banana para o ácido málico, o acúmulo desses acarretou na diminuição do pH ao longo do amadurecimento (NASCIMENTO JÚNIOR. et al., 2008). No entanto, não observou-se diferença estatística causada pelo efeito dos tratamentos com Etherl® e abafamento e, supostamente, quanto maior foi o período de AR menores foram os valores de pH. Tal redução deveu-se a liberação de compostos acidificantes na polpa do fruto, aumentando a acidez (Figura 6), causado pela solubilização do amido (Figura 10) e de pectinas total e solúvel (Figura 8a e 8b), que nada mais são do que o resultado visível da atividade das enzimas PME (Figura 7a) e PG (Figura 7b). Assim, esses fenômenos foram então desencadeados pelo incremento da produção de etileno (Figura 4b) e conseqüente aumento no processo respiratório (Figura 4a), que por sua vez demandou maior aporte energético, aumentando a velocidade do metabolismo relacionado ao amadurecimento.

Segundo Neves et al. (2009) o pH da banana varia entre 4,4 e 5,4 no fruto maduro. Nesse sentido, houve variação significativa de pH durante o período pós-desverdecimento, indicando diferentes estádios de maturação dos frutos. Mas dependendo do tempo do AR, foram determinados diferentes teores de pH no momento do desverdecimento. Desse modo, no quarto dia após o desverdecimento, foi verificado que o menor valor de pH ocorreu nos frutos desverdecidos aos 30 de AR, indicando maior estágio de maturação ao final do experimento quando comparado aos demais tratamentos.

Assim, considerando os resultados observados de perda de massa fresca (Figura 1), coloração da casca (Figura 2) e variação de pH (Figura 5) entre 4,4 e 4,5, concluiu-se que os frutos armazenados 20 dias sob refrigeração, estavam em condições ideais para comercialização já entre o 2º e o 3º dia após o desverdecimento, satisfazendo o indicativo quanto ao período médio de comercialização das bananas produzidas em Roraima (ADERR, 2010).

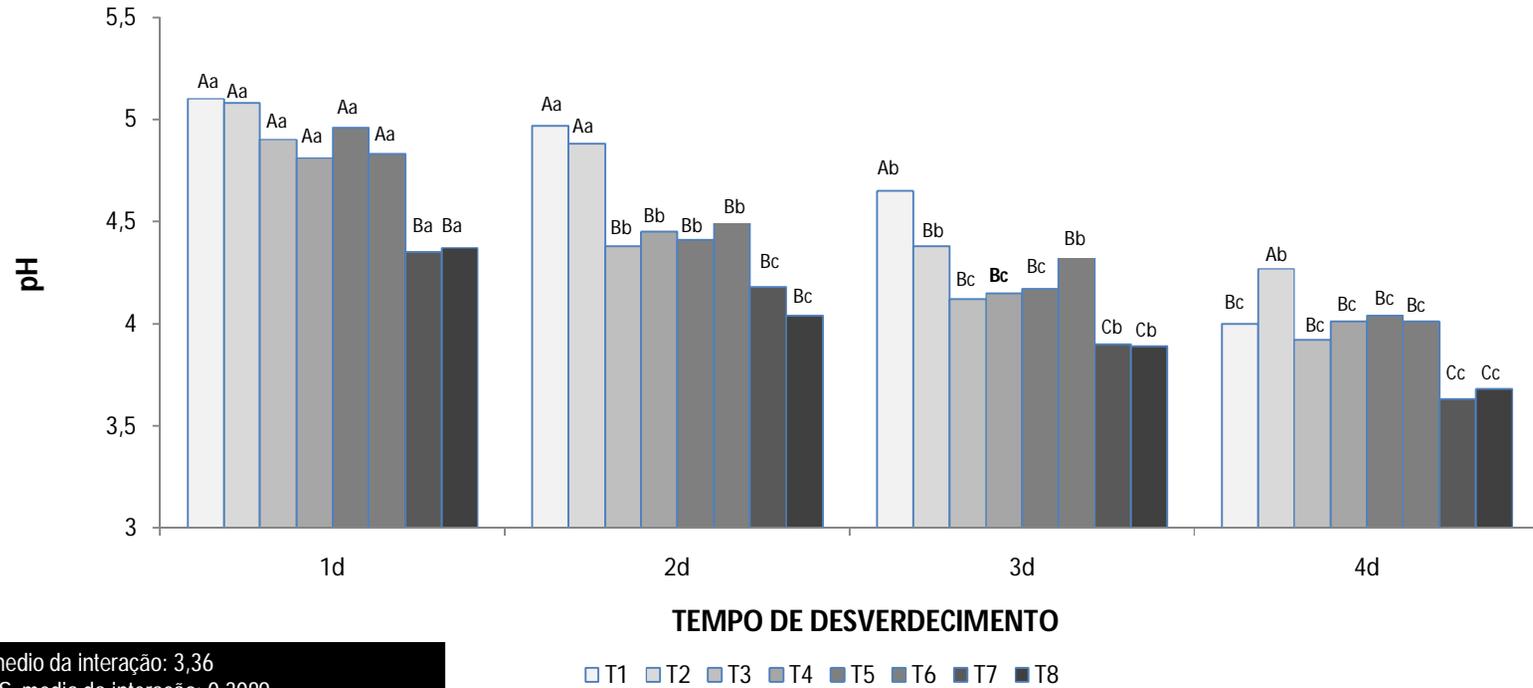


Figura 5 – Potencial hidrogeniônico em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Abafamento + 0 dias de AR, **T2** – Ethrel® + 0 dias de AR, **T3** – Abafamento + 10 dias de AR, **T4** – Ethrel® + 10 dias de AR, **T5** – Abafamento + 20 dias de AR, **T6** – Ethrel® + 20 dias de AR, **T7** – Abafamento + 30 dias de AR, **T8** – Ethrel® + 30 dias de AR) visando o desverdecimento. Boa Vista, RR – 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de desverdecimento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

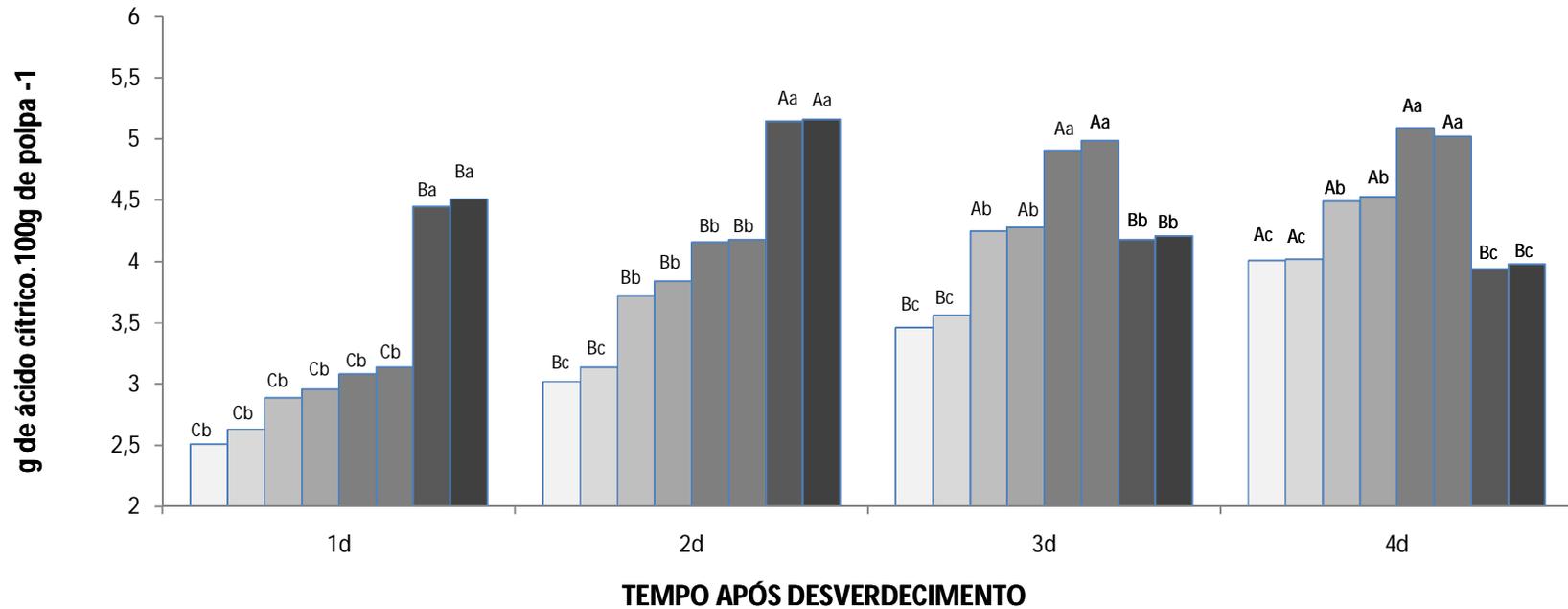
6 – Acidez titulável (AT):

O amadurecimento das bananas determinou em alterações, dentre elas o aumento da acidez da polpa (Figura 6). No presente experimento, tal comportamento foi mantido, independente dos tratamentos, com incrementos nos teores da AT, comportando-se de maneira inversamente proporcional aos resultados encontrados para a variável pH (Figura 5). Isso foi ocasionado pela solubilização de substâncias pécticas (CHITARRA & CHITARRA, 2005), como conseqüência da plena atividade de enzimas como a PME e PG, respectivamente Figura 7a e 7b, e ainda pela diminuição nos teores de amido (Figura 9) e pectinas (Figura 11a e 11b).

Porém, vale ressaltar, que ao final do período experimental ocorreram reduções nos teores de AT, comportamento normal segundo Melo et al. (2007), observado nos frutos desverdecidos aos 30 dias de AR, devido ao estado de senescência dos frutos, o que concordou com os resultados das demais variáveis analisadas, indicados pela coloração máxima alcançada (Figura 2), pela redução nos teores de SS (Figura 10), pelo aumento nos índices de lesões na casca (Figura 3), pelos menores teores de amido (Figura 9), pela redução da atividade das enzimas PG e PME (Figuras 7a e 7b) e pela redução nos teores de açúcares totais e redutores (Figura 11a e 11b).

Assim, foi observado a gradual e contínua elevação nos teores de AT. Porém, com comportamento de queda, do 2º para o 3º dia após o desverdecimento, para os frutos com 30 dias de AR, denotando a acelerada senescência desses frutos. Acredita-se que os demais frutos apresentariam o mesmo comportamento, contudo de maneira mais tardia. No entanto, justamente pela diferença no estágio de maturidade desses frutos, o mesmo não foi observado para os frutos desverdecidos logo após a colheita e aos 10 e 20 dias de AR.

Da mesma forma como descrito anteriormente, os frutos submetidos ao AR por 20 dias demonstraram permitir o AR prolongado, apresentando-se em condições adequadas para a comercialização a partir 3º dias após o desverdecimento. Contrariamente ao observado nos frutos desverdecidos aos 30 dias de AR, que estavam sobre-maturos, e em provável plena senescência, entre o 2º e 3º dia de desverdecimento. Por outro lado, os teores de acidez titulável (AT) dos frutos desverdecidos aos 10 de AR ainda aumentavam aos 4 dias após o desverdecimento, talvez permitindo, a comercialização e até mesmo a extensão desse prazo para 5 ou 6 dias. Nesse sentido, observando-se o comportamento da acidez titulável e demais variáveis anteriormente descritas, pode-se optar pela indicação segura e comercialmente



CV medio da interação: 2,56
D.M.S. media da interação: 0,3930

□ T1 □ T2 □ T3 □ T4 □ T5 □ T6 □ T7 □ T8

Figura 6 – Acidez titulável em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Abafamento + 0 dias de AR, **T2** – Ethrel® + 0 dias de AR, **T3** – Abafamento + 10 dias de AR, **T4** – Ethrel® + 10 dias de AR, **T5** – Abafamento + 20 dias de AR, **T6** – Ethrel® + 20 dias de AR, **T7** – Abafamento + 30 dias de AR, **T8** – Ethrel® + 30 dias de AR) visando o desverdecimento. Boa Vista - RR, 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de desverdecimento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

satisfatória do período de desverdecimento de até 20 dias de AR, de modo a permitir a garantia de qualidade sensorial para a comercialização das bananas ‘Prata-Anã’ em até 3 dias em condições não controladas de temperatura de UR

7 – Atividade enzimática (enzima pectinametilesterase - PME e poligalacturonase - PG):

Observando-se as Figuras 7a e 7b, pôde-se observar comportamento diferenciado em relação a atividade enzimática da PME e PG, respectivamente. A atividade da PME e PG, como mencionado por Chitarra & Chitarra (2005), atua na quebra de moléculas pécticas fazendo com que haja aumento na solubilização de pectinas (Figura 8b), aumento dos SS (Figura 10) e ainda podendo ter relação direta com a variação na acidez do fruto (Figura 6).

Desta forma, no presente trabalho, verificou-se que de modo geral a atividade enzimática apresentou 2 picos de máximo, sendo que, para os frutos desverdecidos aos 30 dias de AR, o 1º e o 2º pico ocorreram no 1º e 3º dia após o desverdecimento, respectivamente. Para os frutos desverdecidos aos 20 dias de AR, os picos aconteceram aos 2 e 4 dias de desverdecimento, respectivamente. No entanto, os desverdecidos aos 10 dias de AR e na colheita, somente alcançaram o 1º pico de atividade enzimática aos 3 e 4 dias após o desverdecimento respectivamente para cada tratamento. Não havendo tempo para a quantificação do 2º pico, que supostamente poderia ocorrer no 5º ou 6º dia após o desverdecimento, se pudesse ser traçado um paralelo de comparação com os demais tratamentos.

Estes picos de atividade enzimática foram concomitantes, tanto para PME como para a PG, muito embora Melo e Vilas Boas, (2007) sugerissem que a PME antecede a ação da PG despolimerizando os componentes pécticos da parede celular. A enzima PME, por sua vez desesterifica os compostos pécticos constituintes da parede celular das plantas. E a hidrólise desses grupos metil-éster, catalisada por essa enzima, produz pectina com menor grau de metilação, permitindo a clivagem pela enzima PG. Assim, o efeito sinérgico dessas duas enzimas apresentaram importante papel no processo de amolecimento dos frutos durante o estágio de amadurecimento. Dessa maneira, a desmetilação da pectina resultou em maior número de grupos carboxílicos, que facilitou a ação da PG, que por sua vez degradou substâncias pécticas (Figura 11a e 11b) (SANTANA et al., 2008). Assim, verificando-se os resultados encontrados, pôde-se concluir que a atividade enzimática atuou no amadurecimento dos frutos de banana. Assim esse processo foi desencadeado, em velocidades, dado o estágio de maturação

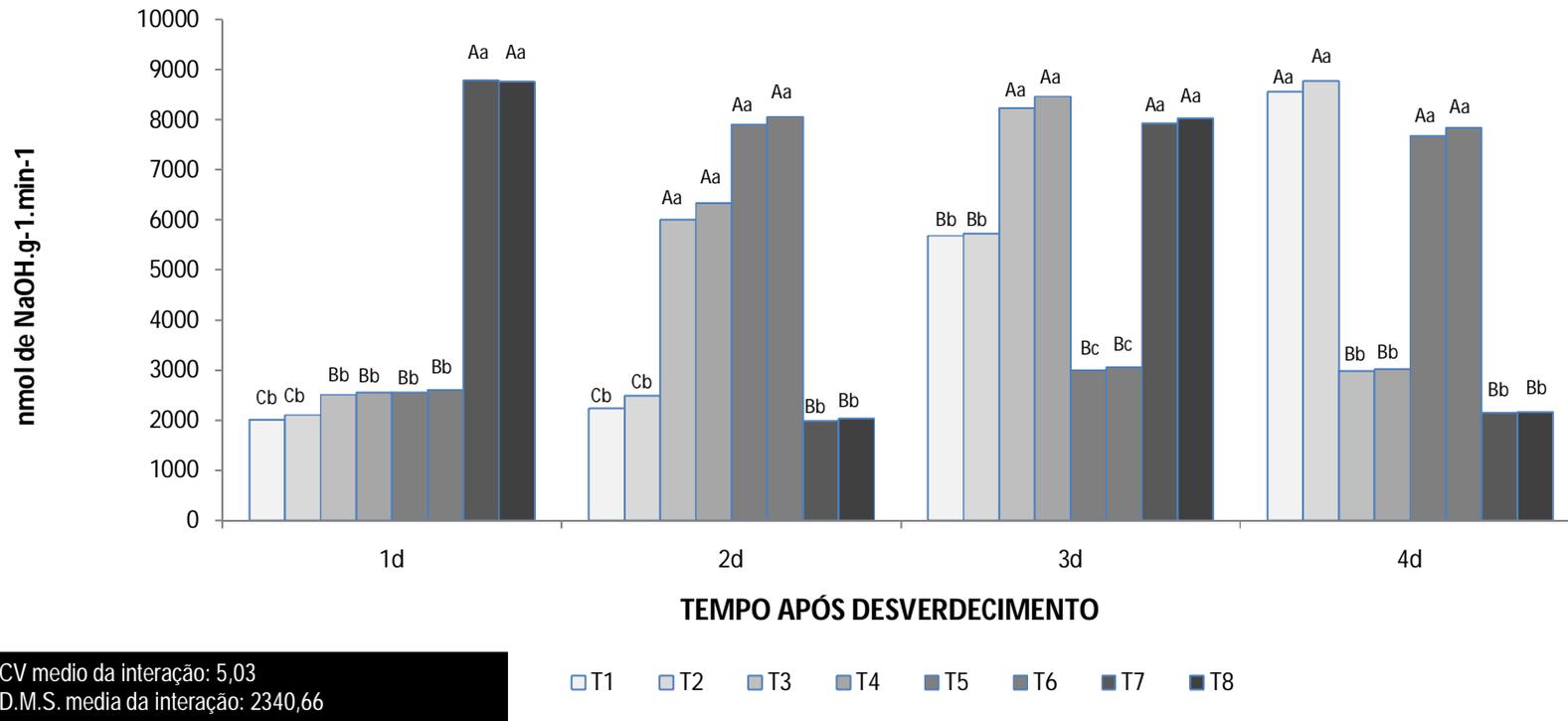


Figura 7a – Atividade enzimática da pectinametilesterase (PME) em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Abafamento + 0 dias de AR, **T2** – Ethrel® + 0 dias de AR, **T3** – Abafamento + 10 dias de AR, **T4** – Ethrel® + 10 dias de AR, **T5** – Abafamento + 20 dias de AR, **T6** – Ethrel® + 20 dias de AR, **T7** – Abafamento + 30 dias de AR, **T8** – Ethrel® + 30 dias de AR) visando o desverdecimento. Boa Vista – RR, 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de desverdecimento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

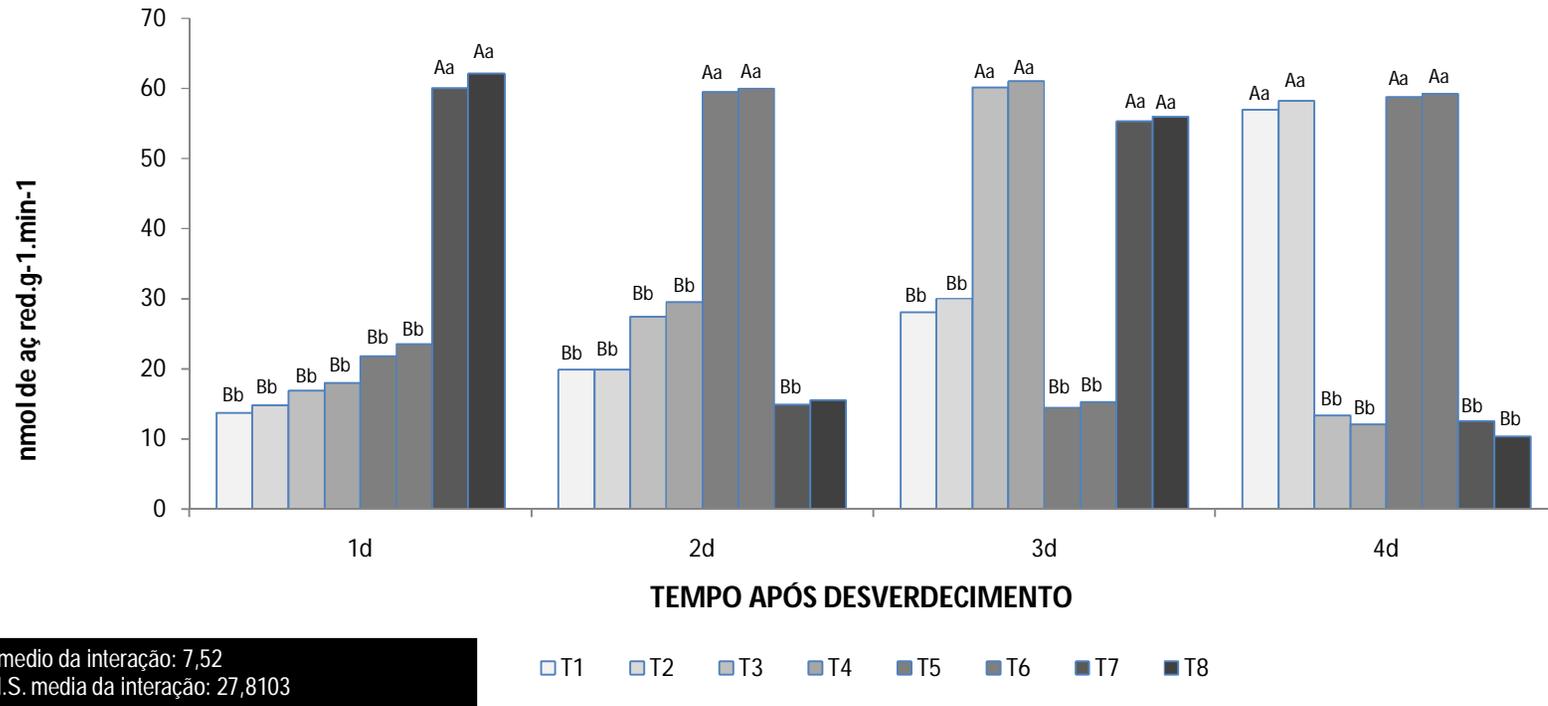


Figura 7b – Atividade enzimática da poligalacturonase (PG) em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Abafamento + 0 dias de AR, **T2** – Ethrel® + 0 dias de AR, **T3** – Abafamento + 10 dias de AR, **T4** – Ethrel® + 10 dias de AR, **T5** – Abafamento + 20 dias de AR, **T6** – Ethrel® + 20 dias de AR, **T7** – Abafamento + 30 dias de AR, **T8** – Ethrel® + 30 dias de AR) visando o desverdecimento. Boa Vista – RR, 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de desverdecimento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

dos frutos, diferentes, dependendo da tecnologia empregada.

No presente experimento, os dois métodos utilizados mostraram-se eficientes, muito embora não seja possível afirmar categoricamente qual o melhor, visto que, ambos aceleraram o processo, culminando nas mudanças químicas, físicas e físico-químicas relatadas. Nesse sentido, quanto mais acelerada a atividade metabólica, aqui caracterizada pela atividade enzimática, pôde-se inferir que menor seria o período de vida útil dos frutos após o desverdecimento, também conduzindo a diminuição do período de AR dos mesmos.

8 – **Pectina total e solúvel:**

Observou-se redução nos teores de pectina total durante o período experimental (Figura 8a), o mesmo observado por Melo & Vilas Boas (2007), onde afirmou-se que as variáveis pectina total (Figura 11a) e pectina solúvel (Figura 11b) foram influenciadas pelo tempo de AR e pelo tempo decorrido após cada período de desverdecimento. Nesse sentido, o uso do AR juntamente a tecnologia do sachê adsorvedor de etileno, não impediu o amadurecimento dos frutos, apenas o retardou. Observou-se ainda que quanto maior foi o período de AR, maior também foi a redução da pectina total, com diferença significativa entre os tratamentos, observada já no primeiro dia após o desverdecimento.

A solubilização da pectina é fator importante para que os frutos alcancem a qualidade ideal, principalmente pelo amaciamento da polpa, que ocorre no amadurecimento dos frutos (MELO et al., 2007). As modificações na textura dos frutos, dado o amaciamento dos tecidos, ocorre em decorrência da solubilização das pectinas (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Esse processo pode ter sido atribuído à hidrólise de ligações glicosídicas na pectina por ação da PG. A baixa atividade da PG em frutos jovens, com incrementos próximos ao início da maturação, e o aumento na atividade dessa enzima com liberação de pectina solúvel na maturação, sugeriram a PG estivesse implicada na solubilização das pectinas. Dados concordantes com Sales et al. (2004), que sugeriram o envolvimento da PG, assim como da PME, nos processos degradativos da pectina, em virtude do aumento dos níveis de pectina solúvel durante o amadurecimento da banana, em decorrência da própria atividade metabólica dos frutos.

Assim, acredita-se que no presente experimento, o padrão de redução nos teores de pectina total indicou que os frutos estavam em diferentes estádios de maturação no momento em que foram impostos ao desverdecimento. Nos dias após o desverdecimento, também verificou-se o efeito estatístico significativo entre os tratamentos testados.

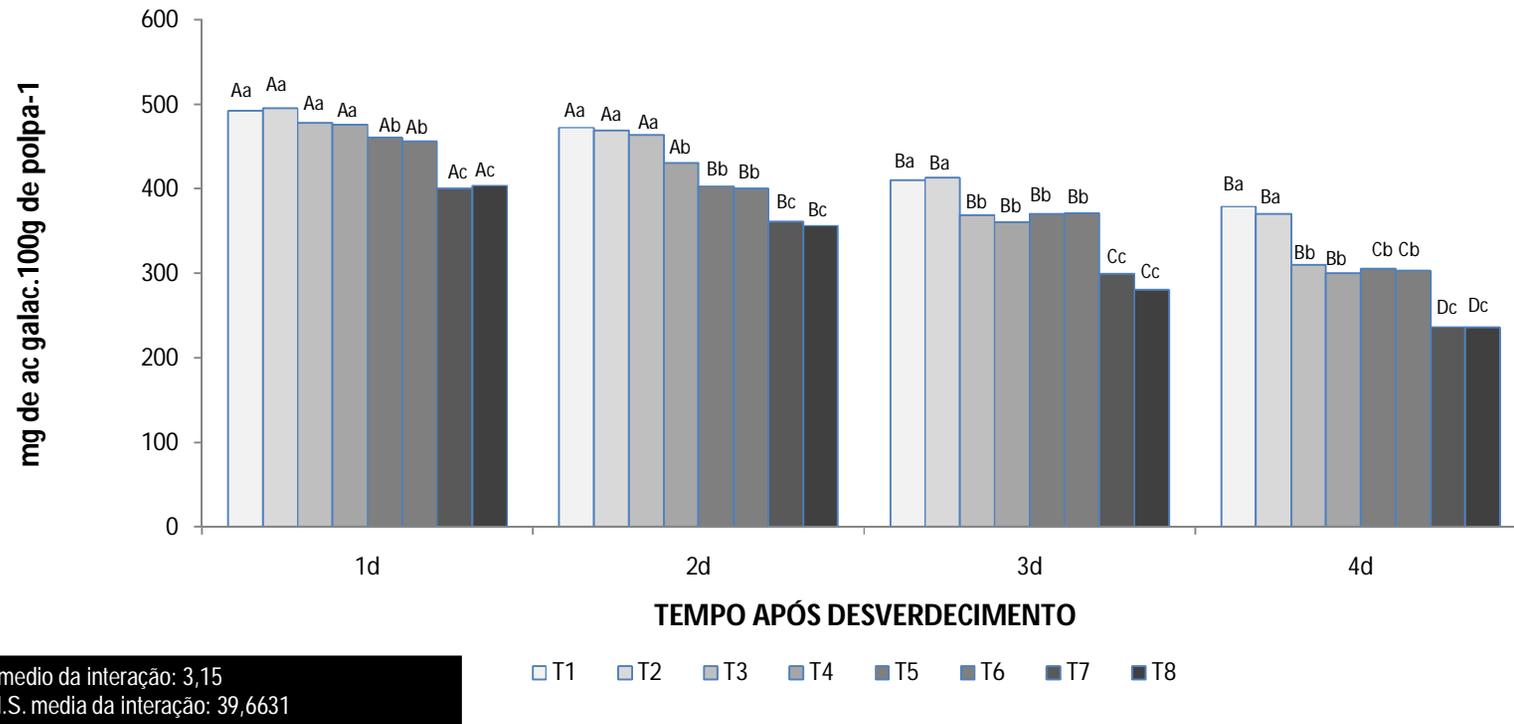


Figura 8a – Teor de pectina total em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Abafamento + 0 dias de AR, **T2** – Ethrel® + 0 dias de AR, **T3** – Abafamento + 10 dias de AR, **T4** – Ethrel® + 10 dias de AR, **T5** – Abafamento + 20 dias de AR, **T6** – Ethrel® + 20 dias de AR, **T7** – Abafamento + 30 dias de AR, **T8** – Ethrel® + 30 dias de AR) visando o desverdecimento. Boa Vista - RR, 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de desverdecimento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Nesse contexto, os frutos desverdecidos aos 30 dias de AR apresentaram as maiores reduções nos teores de pectina total, tanto no início quanto no final do desverdecimento. Por outro lado, as menores reduções se deram nos frutos desverdecidos no dia da colheita. Houve também maior solubilização das pectinas solúveis (Figura 8b) nos frutos desverdecidos aos 30 dias de AR, detectado logo no 1º dia após o desverdecimento. Porém, após alcançado esse pico de solubilização, ocorreu queda aos 2, 3 e 4 dias após o desverdecimento. Esse comportamento deveu-se ao avançado estágio de amadurecimento, a partir do qual, a redução nos teores de pectina solúvel é atribuída ao consumo pelo metabolismo do fruto como fonte de energia no processo de senescência das bananas. Os frutos desverdecidos aos 20 dias de AR apresentaram elevação e posterior redução nos teores de pectina solúvel, com o pico máximo ocorrendo no 3º dia após o desverdecimento. Isso ocorreu temporariamente em tempo distinto, porém de intensidade semelhante ao pico de máximo dos frutos desverdecidos aos 30 dias de AR, ocorrido já no 1º dia após o desverdecimento. Dessa forma, verificou-se novamente que quanto maior foi o período de AR, menor foi o período após o desverdecimento para que o fruto alcançasse características sensoriais ideais de maturação quanto aos teores de pectina total e solúvel. E no caso dos frutos desverdecidos após 30 dias de AR, as perdas qualitativas após o 1º dia de desverdecimento foram demasiadamente marcantes do ponto de vista da qualidade sensorial necessária a comercialização das bananas.

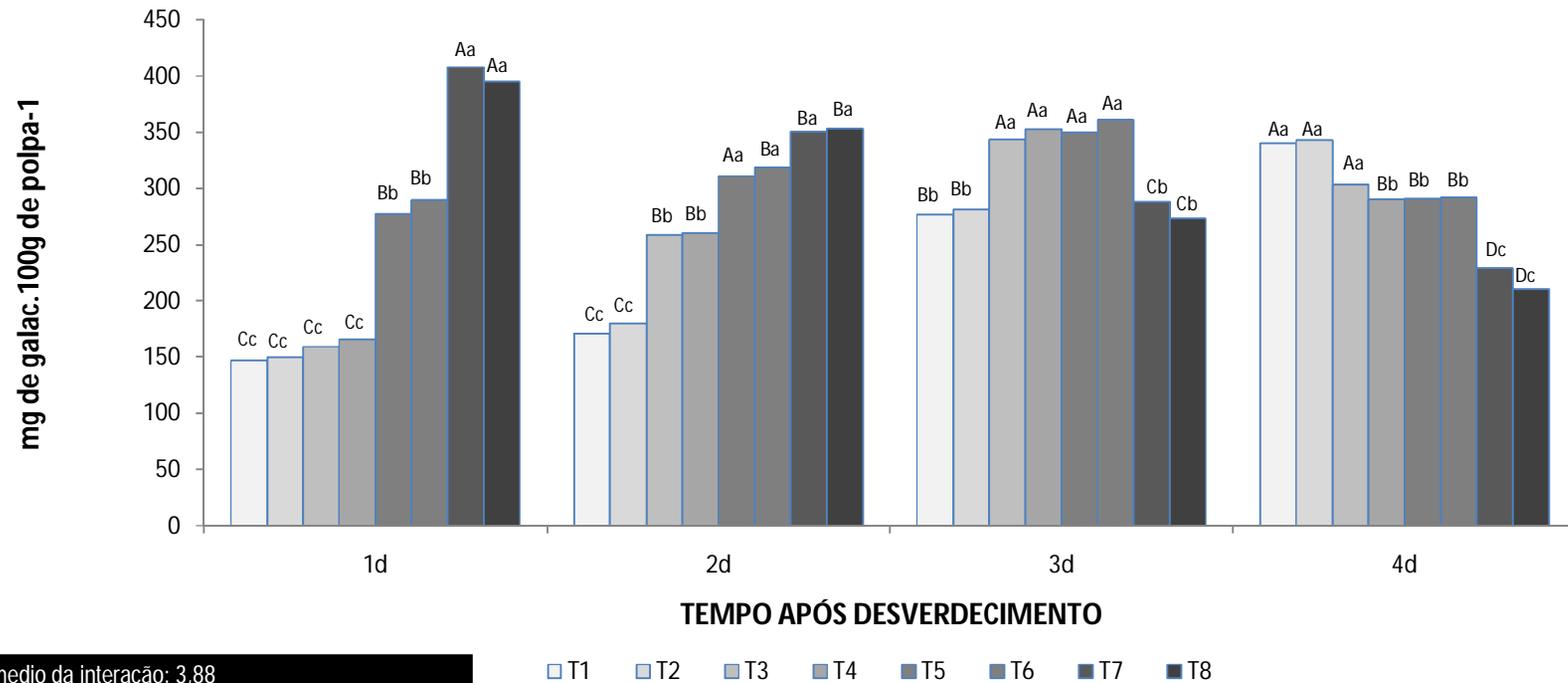


Figura 8b – Teor de pectina solúvel em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Abafamento + 0 dias de AR, **T2** – Ethrel® + 0 dias de AR, **T3** – Abafamento + 10 dias de AR, **T4** – Ethrel® + 10 dias de AR, **T5** – Abafamento + 20 dias de AR, **T6** – Ethrel® + 20 dias de AR, **T7** – Abafamento + 30 dias de AR, **T8** – Ethrel® + 30 dias de AR) visando o desverdecimento. Boa Vista - RR, 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de desverdecimento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

9 – Amido:

Verificou-se que houve intensa redução nos teores de amido (Figura 9), para todos os frutos tratados, o que pode ser considerado como normal em bananas (MARTINS et al., 2007). Visualizou-se intensa queda nos teores de amido no período pós-desverdecimento. Durante o AR ocorreu constante amadurecimento dos frutos, fazendo com que as bananas desverdecidas aos 30 dias de AR, principalmente, obtivessem, de forma significativa, os menores teores de amido quando comparados aos demais frutos ao final do experimento. Nesse sentido, Nogueira et al. (2007), também verificaram que o teor de amido nos frutos de bananas verdes diminuiu durante o amadurecimento e AR. Segundo esses mesmos autores, em bananas, o total de carboidratos decresce durante o amadurecimento, justamente pelo consumo dos mesmos no processo respiratório, pois a banana tem como principal fonte de energia pós-colheita para as transformações bioquímicas, como é o caso da elevação dos teores de SS (Figura 10) e AT (Figura 6) o próprio amido.

Martins et al. (2007), trabalhando com diferentes pontos de colheita e os efeitos em bananas ‘Prata-Anã’, verificaram que os teores de amido foram influenciados pela idade do cacho e o tempo de AR. Da mesma forma, no presente trabalho, onde verificou-se a relação entre a redução no teor de amido (Figura 9) e o teor de açúcares redutores (glicose e frutose), e sacarose (VIVIANE & LEAL, 2007), com a conseqüentemente elevação nos teores de SS (Figura 10). Também pode-se mencionar a influência da conversão do amido em açúcares, visualizado nos teores de açúcares totais (Figura 11a) e redutores (Figura 11b) durante o período experimental.

Assim, verificou-se que não houve diferença significativa atribuída ao efeito dos métodos de desverdecimento com Ethrel® ou abafamento. Porém, os frutos desverdecidos mais tardiamente apresentaram a maior velocidade na degradação do amido, indicando que esses frutos foram mais suscetíveis a ação do etileno, acelerando assim o processo de maturação e degradação do amido (interconversão do amido em açúcares). Da mesma forma que as perdas de massa fresca (Figura 1), a evolução da coloração (Figura 2), a variação do pH (Figura 5) e AT (Figura 6), também observou-se que aos teores de amido (Figura 9) nos frutos submetidos ao AR por 20 dias estavam em maiores concentrações para comercialização entre o 2º e o 3º dia após o desverdecimento, o que denota a maior vitalidade desses frutos

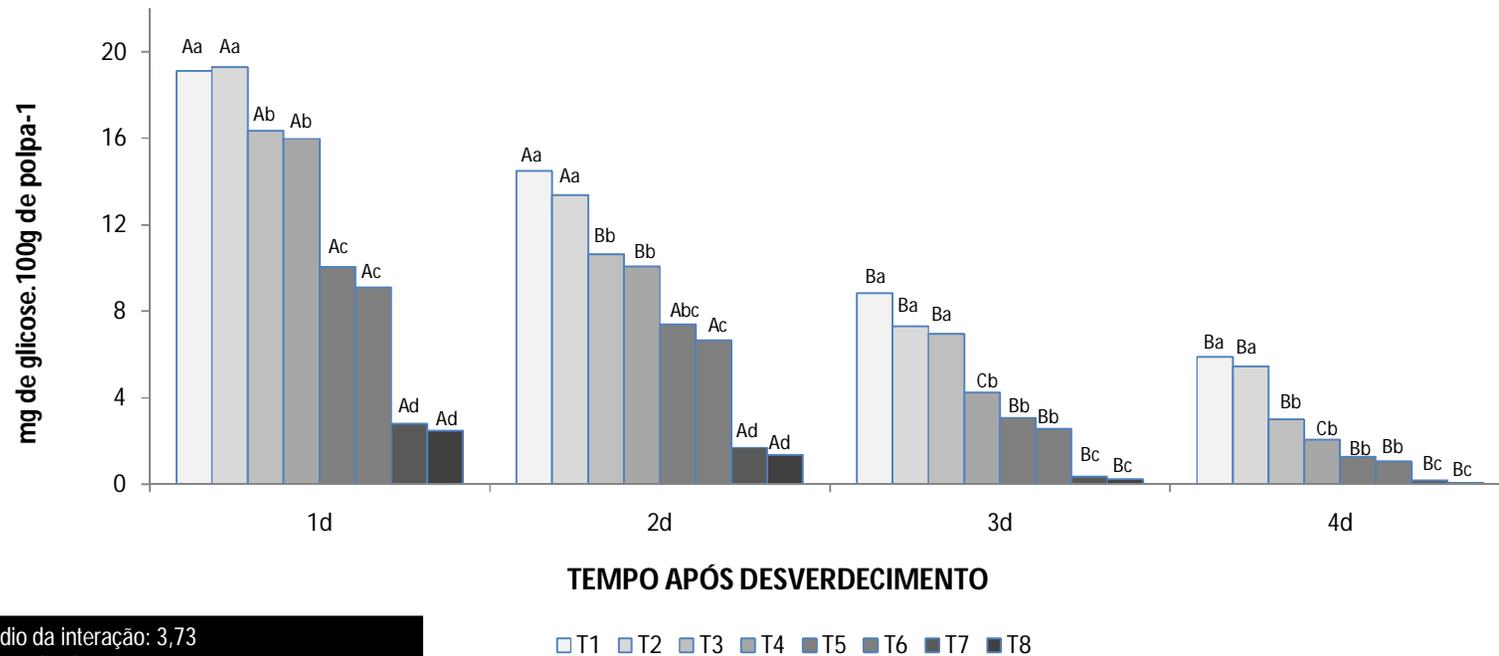


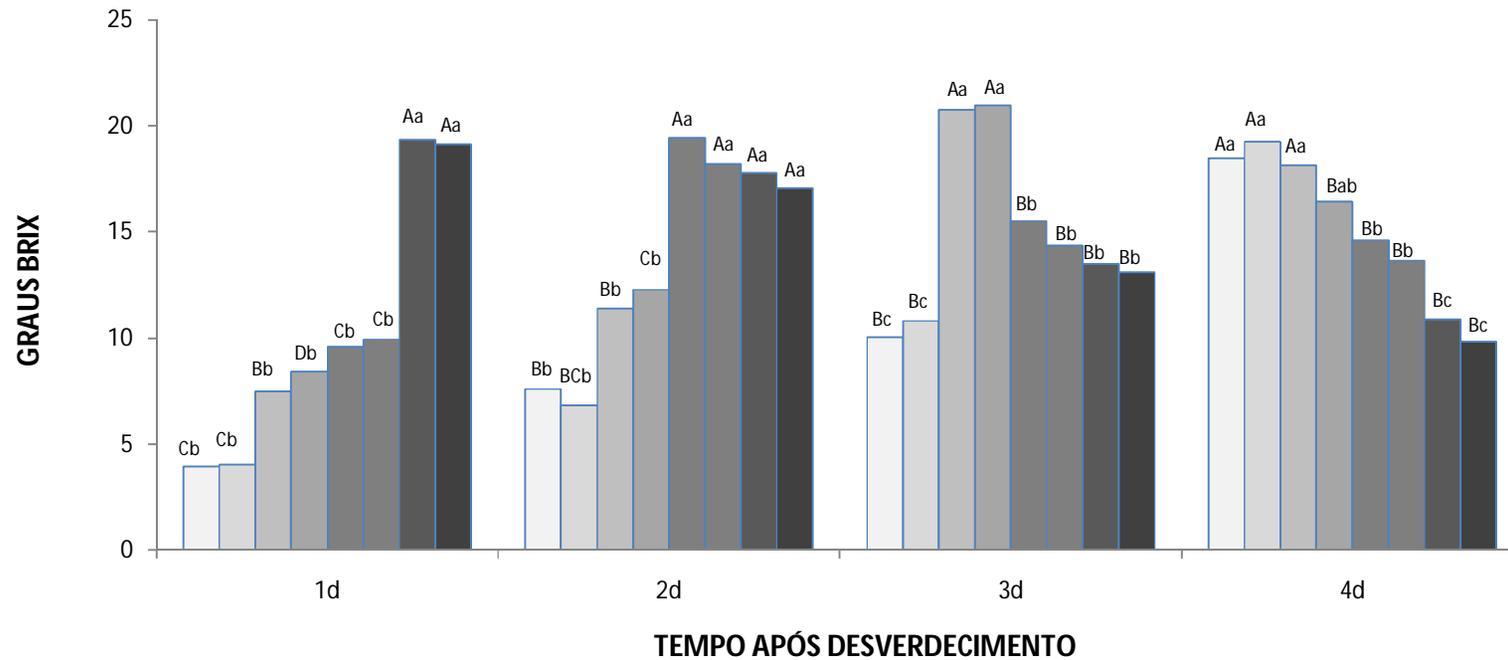
Figura 9 – Teores de amido em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Abafamento + 0 dias de AR, **T2** – Ethrel® + 0 dias de AR, **T3** – Abafamento + 10 dias de AR, **T4** – Ethrel® + 10 dias de AR, **T5** – Abafamento + 20 dias de AR, **T6** – Ethrel® + 20 dias de AR, **T7** – Abafamento + 30 dias de AR, **T8** – Ethrel® + 30 dias de AR) visando o desverdecimento. Boa Vista - RR, 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de desverdecimento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

10 – Sólidos Solúveis (SS):

Observou-se que os frutos de modo geral apresentaram aumentos nos teores de SS no período de AR, progressivamente da colheita até os 30 dias de AR (Figura 10). No entanto, verificou-se que os frutos tratados com Ethrel® e abafamento, logo após a colheita alcançaram os maiores níveis de SS no 4º dia após o desverdecimento. Quando desverdecidos aos 10 dias de AR os frutos alcançaram os maiores níveis de SS no 3º dia após o desverdecimento, diferenciando-se significativamente dos demais. Quando foram desverdecidos aos 20 dias de AR, os frutos alcançaram os maiores níveis de SS já no 2º dias após o desverdecimento. Aos 30 dias de AR os frutos atingiram aos maiores teor de SS com apenas 1 dia após o desverdecimento, o que caracterizou a intensa atividade metabólica desses frutos em detrimento ao possível potencial de conservabilidade que certamente estava afetado. Após esse pico de SS, seguiu-se de redução nos teores de SS, ocasionado, provavelmente, pelo consumo dos SS no metabolismo de senescência dos frutos. Botrel et al. (2002) verificaram que em bananas os teores de SS, firmeza de polpa e acidez titulável, foram os principais parâmetros de avaliação do processo de amadurecimento, apresentando variações durante o período de AR, o mesmo aqui relatado.

Assim, constatou-se que os frutos submetidos a 20 dias de AR alcançaram o pico de SS no 2º dia após o desverdecimento e com relativa redução aos 3 e 4 dias após o desverdecimento. Isso indica que esses frutos haviam alcançado estágio de maturação ideal para a comercialização, e que ainda não estavam em condição de senescência. Dessa forma poderia-se, garantir a qualidade sensorial necessária para a comercialização em até 3 dias após o desverdecimento.

No presente experimento, não verificou-se diferença estatística significativa entre os tratamentos Ethrel® e abafamento. No entanto, quando comparou-se o comportamento dos frutos de banana durante a pós-colheita, verificou-se que enquanto os teores de SS aumentaram (Figura 10), o teor de amido (Figura 9) diminuía, podendo-se que o amido seja o substrato energético utilizado nas reações de modificações fisiológicas do fruto, culminando no amadurecimento dos frutos.



CV medio da interação: 4,03
D.M.S. média da interação: 2,7890

□ T1 □ T2 □ T3 □ T4 □ T5 □ T6 □ T7 □ T8

Figura 10 – Teor de sólidos solúveis em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Abafamento + 0 dias de AR, **T2** – Ethrel® + 0 dias de AR, **T3** – Abafamento + 10 dias de AR, **T4** – Ethrel® + 10 dias de AR, **T5** – Abafamento + 20 dias de AR, **T6** – Ethrel® + 20 dias de AR, **T7** – Abafamento + 30 dias de AR, **T8** – Ethrel® + 30 dias de AR) visando o desverdecimento. Boa Vista - RR, 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de desverdecimento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

11 – Açúcares totais e redutores:

Com relação aos teores de açúcares totais (Figura 11a), pôde-se constatar que esses teores foram crescentes com aumento do período de AR. Dessa maneira o que pôde-se constatar foi a aceleração nesse processo após o desverdecimento. Ou seja, quando os frutos foram submetidos ao desverdecimento com Ethrel® e abafamento no dia da colheita, constatou-se que os frutos alcançaram os maiores níveis de açúcares totais e redutores (Figura 11b) somente aos 4 dias após o desverdecimento. Por outro lado, quando os frutos com 30 dias de armazenamento refrigerado foram desverdecidos, alcançou-se o pico de açúcares totais já no 1º dia após o desverdecimento. Dados esses concordantes com todos os demais resultados até apresentados.

Verificou-se diferença significativa entre os teores de açúcares totais, para os frutos com 0, 10, 20 e 30 dias de armazenamento refrigerado, já no 1º dia após o desverdecimento. Assim, todos os frutos apresentaram comportamento de aumento nos teores de açúcares totais, acelerado, conseqüentemente, pelos métodos de desverdecimento, até o pico máximo, a partir do qual iniciou-se queda nesses teores, tanto para os açúcares totais como para os redutores, o que pôde-se atribuir a senescência dos frutos. O diferencial então estaria no fato de que os frutos com menor período de AR alcançaram a senescência com menor velocidade. Assim como verificado pela redução no teor de amido (Figura 9) e nos aumentos dos SS (Figura 10).

Na Figura 11b, semelhantemente aos açúcares totais, observou-se crescimento e posterior queda nos teores de açúcares redutores, como efeito dos diferentes períodos de AR. Nogueira et al. (2007) também verificaram que os teores de açúcares redutores aumentaram durante o AR. Nesse sentido, Oliveira Neto (2002), em experimento com bananas ‘Pacovan,’ atribuíram a elevação dos teores de açúcares redutores a hidrólise do amido e a inversão de sacarose em glicose mais frutose.

O incremento nos teores de açúcares redutores deveu-se a interconversão de moléculas insolúveis, como amido (Figura 9) e pectinas insolúveis, em açúcares despolimerizados e posteriormente solúveis. Contudo, o declínio desses teores foi dado pela utilização dos mesmos no metabolismo respiratório das bananas. No entanto, a menor velocidade com que esse processo ocorreu, assim como os maiores teores de açúcares redutores observados ao final do experimento foram detectados nos frutos desverdecidos logo após a colheita e aos 10 e 20 dias de AR, indicando para os mesmos o melhor potencial de conservação.

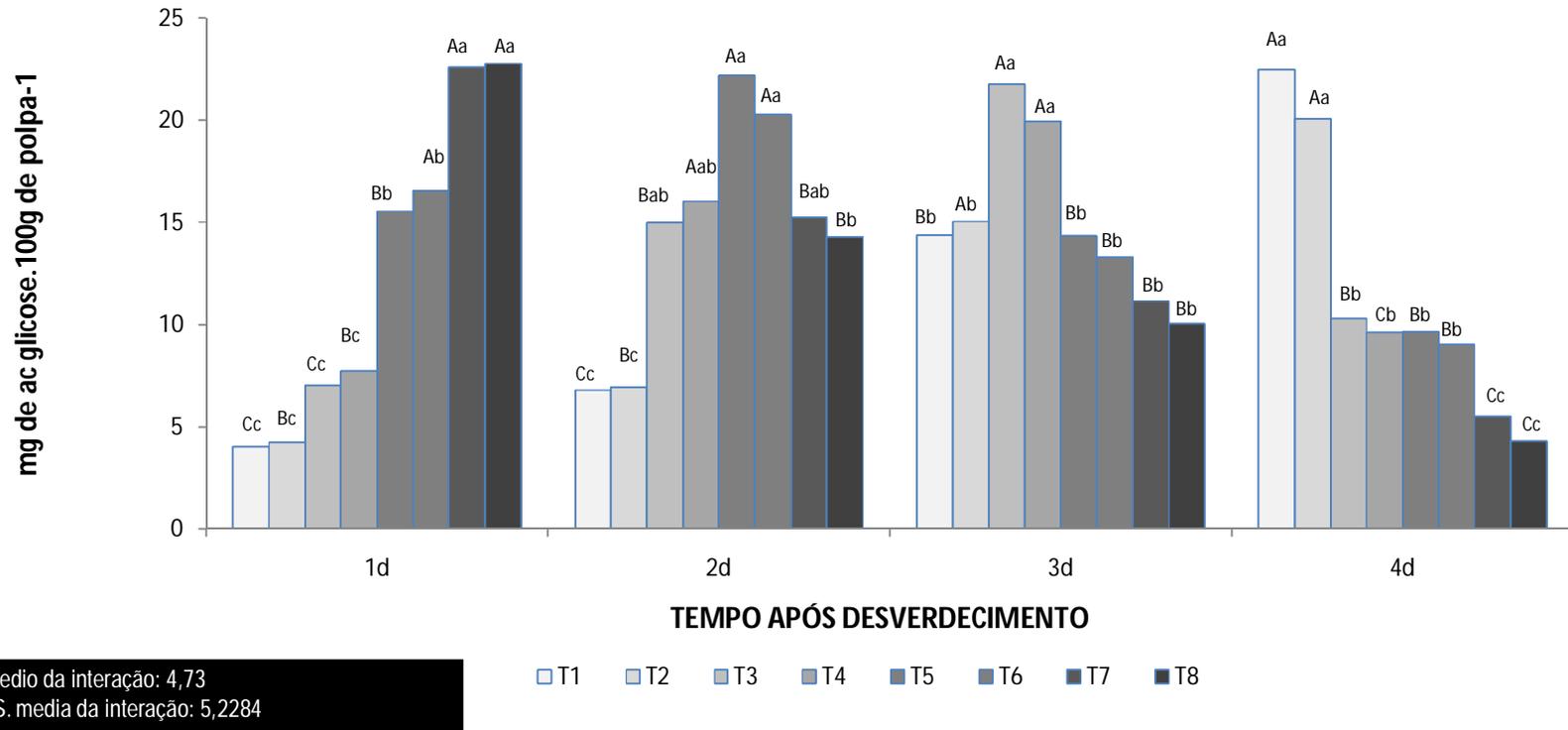


Figura 11a – Teores de açúcares totais em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Abafamento + 0 dias de AR, **T2** – Ethrel® + 0 dias de AR, **T3** – Abafamento + 10 dias de AR, **T4** – Ethrel® + 10 dias de AR, **T5** – Abafamento + 20 dias de AR, **T6** – Ethrel® + 20 dias de AR, **T7** – Abafamento + 30 dias de AR, **T8** – Ethrel® + 30 dias de AR) visando o desverdecimento. Boa Vista – RR, 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de desverdecimento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

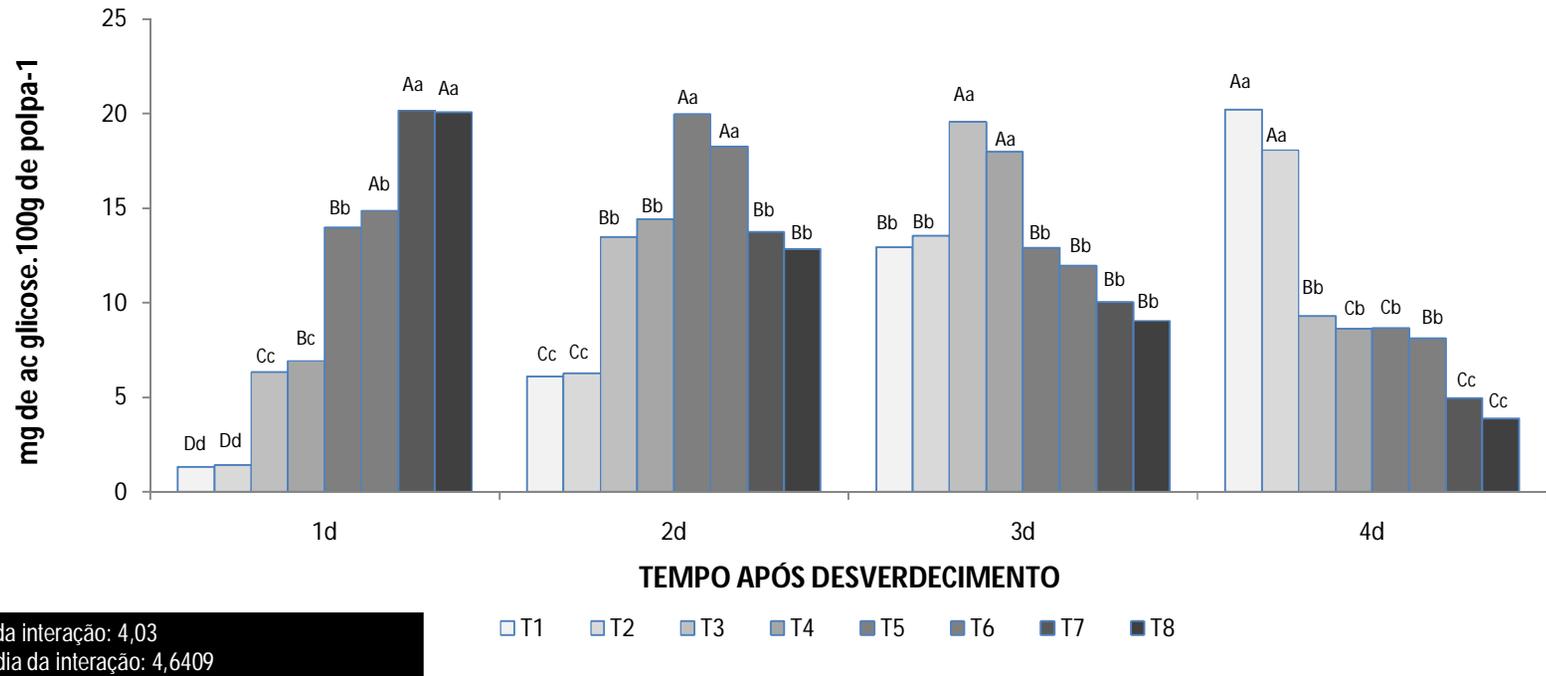


Figura 11b – Teor de açúcares redutores em bananas ‘Prata-Anã’ quando submetidas a diferentes tratamentos (**T1** – Abafamento + 0 dias de AR, **T2** – Ethrel® + 0 dias de AR, **T3** – Abafamento + 10 dias de AR, **T4** – Ethrel® + 10 dias de AR, **T5** – Abafamento + 20 dias de AR, **T6** – Ethrel® + 20 dias de AR, **T7** – Abafamento + 30 dias de AR, **T8** – Ethrel® + 30 dias de AR) visando o desverdecimento. Boa Vista – RR, 2010. As médias seguidas das mesmas letras maiúsculas nos dias de desverdecimento e minúsculas entre os tratamentos, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Dessa forma, quanto maior for o período de armazenamento refrigerado, menor foi o período de viabilidade dos frutos pós-desverdecimento, fazendo pressupor, juntamente aos demais resultados observados nos parâmetros até aqui discutidos, que os frutos refrigerados até 20 dias, poderiam ser qualitativamente comercializados em até 3 dias com a segurança sensorial desejada.

5.6 - Conclusões

Não houve efeito significativo que determinasse qual o melhor método de desverdecimento. Porém, foi verificado que quanto maior o período de armazenamento refrigerado, menor foi período entre o desverdecimento e a manutenção da qualidade sensorial das bananas 'Prata-Anã'. Nesse sentido, permitiu-se indicar que os frutos sejam submetidos a até 20 dias de AR, podendo garantir, satisfatoriamente, a qualidade sensorial necessária para a comercialização em até 3 dias após o desverdecimento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADERR, Agência de Defesa Agropecuária do Estado de Roraima, - controle de emissão de Certificado Fitossanitário de Origem, 2010.(dados não publicados).

AGRIANUAL. Anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria eAgroinformativo. 2007.

ALVES, Admar Bezerra.; LIMA, K. N.; VIEIRA, B. de A. H. Cultivo da banana em Roraima. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2007. 90f. (Embrapa Roraima. Documentos 01).

ALVES, Admar Bezerra; SANTANA, A. R.; CERRI, A.D.; CALIARI, C.C.; MOURÃO JUNIOR, M.;ESBELL, L. da S.; BARBOSA, R. N. T. Agronegócio da banana em Roraima. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2005. 79 p. (Embrapa Roraima. Documentos, 10)

AMARANTE, Cassandro V. T. do e STEFFENS, C. A. Sachês absorvedores de etileno na pós-colheita de maçãs 'Royal Gala'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.1, p. 71-77, 2009.

ANTUNES, L. E. C.; DUARTE FILHO, J., SOUZA, C. M. de. Conservação pós-colheita de frutos de amoreira-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília , v.38, n.3, p. 413-419, 2003.

BITTER, T.; MUIR, H. M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Chemistry**, New York. v. 34, p. 330-334, 1962.

BISOGNIN, Dilson Antônio; BENEDETTI, M.; SEGATTO, F. B.; COSTA, L. C.; RITTER, C. E. L.; BRACKMANN, A. Efeito do CO₂ e etileno no período de dormência de minitubérculos de batata cv. Macaca. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.2, p. 138-142, 2007.

BOTREL, N., SILVA, O.F., BITTENCOURT, A.M. Procedimentos pós-colheita. In: MATSUURA, U.F.C.A., FOLEGATTI, M.I. da S. **Banana. Pós-Colheita**. Brasília: Embrapa. Informação Tecnológica -Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 2001. p.32-39. (Frutas do Brasil; 16).

BOTREL, Neide; FREIRE JÚNIOR, M.; VASCONCELOS, R. M.; BARBOSA, H. T. G.. Inibição do amadurecimento da banana-'Prata-Anã' com a aplicação do 1-metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**., Jaboticabal, v. 24, n. 1, abr. 2002.

BRACKMANN, Auri, STEFFENS, C., SESTARI, I., NEUWALD, A. GIEHL, R. F. H. Armazenamento em atmosfera modificada e controlada de banana 'Prata' com absorção de etileno. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.30, n.5, p. 914-919, 2006.

BRACKMANN, Auri; ANESE, R. de O.; PINTO, J. A. V.; BOTH, V.; VENTURINI, T. L.; SCHORR, M. R. W. Aplicação de 1-metilciclopropeno e absorção de etileno em maçã da cultivar 'Royal Gala' colhida tardiamente. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 10, p. 2074-2080, out. 2010.

BREJO, F. J. G., - Parte III, Tema 14 – Fitorreguladores – Regulación Del Crecimiento y Desarrollo: Las Hormonas Vegetales o Fitorreguladores. Universidad Politecnica de Valencia Disponível em < http://www.euita.upv.es/variros/biologia/Temas/tema_14.htm> Acesso em 01/03/2006

CAMPOS, R. P.; VALENTE, J. P.; PEREIRA, W. E.. Conservação pós-colheita de banana cv. nanicão climatizada e comercializada em Cuiabá - MT e região. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1,p. 172-174, 2003.

CEAGESP - Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo, Ficha da banana, 2009, disponível em <www.ceagesp.gov.br/hortiescolha/anexos/ficha_banana.pdf> . Acesso em 14 de Nov. de 2009.

CEAGESP: PBMH & PIF - PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA & PRODUÇÃO INTEGRADA DE FRUTAS. Normas de Classificação de Banana. São Paulo: CEAGESP, 2006. (Documento 29).

CHAVES, A. L.; BIERHALS, J. D.; ZIMMER, P. D.; SILVA, J. A. e ROMBALDI, C. V., Caracterização imunoquímica da ACC (ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano) oxidase em frutos climatéricos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 17, n. 3, dez. 1997.

CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. Pós-colheita de frutos e hortaliças: glossário. Lavras: UFLA, 2006. 256 p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. ed. rev. e ampl.Lavras: UFLA, 2005, 785p.

CHITARRA, M. I. F. Tecnologia e qualidade pós-colheita de frutos e hortaliças. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 68p.

COCOZZA, F. del M. **Maturação e Conservação de Manga "Tommy Atkins" Submetida à Aplicação Pós Colheita de 1 - Metilciclopropeno**. Campinas, 2003. 226 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.

COELHO, Ana Flávia Santos; DIAS, M. S. de C.; RODRIGUES, M. L. M. e LEAL, P. A. M.. Controle pós-colheita da antracnose da banana -prata anã tratada com fungicidas e mantida sob refrigeração. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.4, p. 1004-1008, 2010.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2009.Disponível em <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>> , Acesso em 07 de março de 2011.

FAGUNDES, G. R.; YAMANISHI, O. K. Quantidade e preços da banana-'prata' comercializada nas CEASAS do Distrito Federal, São Paulo, Belo Horizonte e Rio de Janeiro, no período de 1995 a 1999. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, 2001.

FERNANDES, Enrique Georgette; LEAL, P. A. M. e SANCHES, J. Climatização e armazenamento refrigerado na qualidade pós-colheita de bananas 'nanicão'. **Bragantia**, v.69, n.3, p. 735-744, 2010.

FINGER, F. L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos minimamente processados**. Viçosa: UFV, 1997.29p.

GANGA, R.M.D. Resultados parciais sobre o comportamento de seis cultivares de banana (*Musa* spp) em Jaboticabal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém Embrapa/DDT, 2002

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA, disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/agric/default.asp?t=2&z=t&o=11&u1=1&u2=14&u3=1&u4=14&u5=1&u6=1>> acesso em 60 de março de 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS – IBRAF, disponível em <http://www.ibraf.org.br> acesso em 31 de outubro de 2009.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). Métodos físico-químicos para análise de alimentos coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008, p. 1020. versão eletrônica.

JEN, J.J.; ROBINSON, M.L.P. 1984. Pectolytic enzymes in sweet bell peppers (*Capsicum annum* L.). **Journal of Food Science**, Chicago. v.49, n.4, p.1085-1087.

JERONIMO, Elisângela Marques. **Efeito do uso de embalagens associadas a armazenamento sob refrigeração, na conservação pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’ e ‘Palmer’**. Jaboticabal, 2000. 121f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrônômicas e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Federal Paulista.

JERONIMO, Elisângela Marques; BRUNINI, M. A.; ARRUDA, M. C. de; CRUZ, J. C. S.; GAVA, G. J. de C.; SILVA, M. de A. Qualidade de mangas 'Tommy Atkins' armazenadas sob atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia.**, Lavras, v.31, n.4, p. 1122-1130, 2007.

KADER, A.A. Postharvest biology and technology: an overview. In: KADER, A.A. (Ed.). *Postharvest technology of horticultural crops*. 3rd ed. Berkeley: University of California, 2002. p.39-47

LANA, M. M.; FINGER, F.L. Atmosfera modificada e controlada: aplicação na conservação de produtos hortícolas. Brasília: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia : EMBRAPA-CNPq, 2000. 34p.

LUCENA, E. M. P.; JÚNIOR, A. S.; SILVA, A. M. C.; CAMPELO, I. K. M.; SOUZA, J. S.; COSTA, T. L.; ; MARQUES, L. F.; PAIXÃO; F. J. R.; Uso de etileno exógeno na maturação da banana variedade prata-anã. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, Especial, v.6, n.1, p.55-60, 2004.

LICHTEMBERG, LUIZ ALBERTO; MALBURG, J. L., HINZ, R. H. Suscetibilidade varietal de frutos de bananeira ao frio. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, dez. 2001.

LIMA, Luciana Costa; DIAS, M. S. C.; CASTRO, M. V. de; MARTINS, R. N.; RIBEIRO JÚNIOR, P. M.; SILVA, E. de B. Conservação pós-colheita de figos verdes

(*Ficus carica* L.) cv. roxo de Valinhos tratados com hipoclorito de sódio e armazenados sob refrigeração em atmosfera modificada passiva. **Ciência Agrotecnologia.**, Lavras, v.29, n.4, p. 810-816, 2005.

MAIA, Victor Martins; SALOMÃO, L. C. C.; SIQUEIRA, D. L.; PUSCHMANN, R.; MOTA FILHO, V. J. G.; CECON, P. R. Tipos e intensidade de danos mecânicos em bananas 'prata-anã' ao longo da cadeia de comercialização. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.2, p. 365-370, 2008.

MANOEL, Luciana. **Qualidade e conservação de banana nanica irradiada, climatizada e refrigerada.** Botucatu, 2008, 102 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

MARQUES, M. C.; NOGUEIRA, J. M. Fruticultura: possibilidades de expansão e entraves no comércio internacional. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, n. 3, p.24-39, 2000.

MARTINS, Ramilo Nogueira; DIAS, M. S. C.; VILLAS BOAS, E. V. de B.; SANTOS, L. O. . Armazenamento refrigerado de banana 'Prata Anã' proveniente de cachos com 16, 18 e 20 semanas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, out. 2007.

MATSUURA, Fernando César Akira Urbano; COSTA, J. I. P. da; FOLEGATTI, M. I. da S. Marketing de banana: preferências do consumidor quanto aos atributos de qualidade dos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.1 , p. 48-52, 2004.

McCREADY, R. M.; McCOOMB, E. A. Extraction and determination of total pectic materials in fruits. **Analytical Chemistry**, Washington. v. 42, n.12, p.1586-1588, 1952.

MEDINA, V. M., Indução da banana 'terra' com Etefon. Circular Técnica 71, EMBRAPA CRUZ DAS ALMAS, Setembro, 2004. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/publicacoes/circulares/circular_71.pdf> Acesso em 13 de Nov. de 2009.

MELO, Anderson Adriano Martins; VILAS BOAS, E. V. de Barros. Redução do amaciamento de banana 'Maçã' minimamente processada pelo uso de tratamentos químicos. **Ciência e Agrotecnologia.**, Lavras, v.31, n.3 , p. 821-828, 2007.

MOREIRA, Nairon Xavier., NEVES, L. C., BENEDETTE, R. M., XAVIER, V., VIEITES, R. L. Estudo das Relações Comerciais na Feira do Produtor em Boa Vista/RR e na Feira da Banana em Manaus/AM., **Rev. Mens Agitat** – Academia Roraimense de Ciências – Roraima, v. 2, n. 1, p. 59 – 66, 2007.

MOSCA, J. L.; MUGNOL, M. M.; VIEITES, R. L. Atmosfera modificada na pós-colheita de frutas e hortaliças. Botucatu: FEPAF, 1999, 28p.

NASCIMENTO JUNIOR, Baraquizio Braga do; REZENDE, C. M.; SOARES, A. G. e FONSECA, M. J. de O. Efeito do 1-metilciclopropeno sobre a emissão dos ésteres voláteis de bananas ao longo do amadurecimento. **Quím. Nova** , vol.31, n.6, p.1367-1370, 2008.

NASCIMENTO JÚNIOR, Baraquizio Braga, OZÓRIO, L. P.; REZENDE, C. M.;

SOARES, A. G.; FONSECA, M. J. de O.. Diferenças entre bananas de cultivares prata e nanicaõ ao longo do amadurecimento: características físico-químicas e compostos voláteis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 23, p. 649-658, 2008.

NELSON, N.A.. A photometric adaptation of somogyi method for the determination of glucose. **Journal Biological Chemistry**, 135:136-375. 1944.

NEVES, Leandro Camargo (Org.), PRILL, M. A de .S., BENEDETTE, R. M. SILVA, V. X., IN: PÓS COLHEITA EM FRUTOS TROPICAIS - BANANA. Manual pós-colheita da fruticultura brasileira, Londrina: EDUEL, 2009. 1 ed. , p. 387-397.

NEVES, L. C. Pós-colheita de cultivares tardias de pêssegos submetidas ao condicionamento térmico. Londrina (PR), 2008. 128p. Tese (Doutorado em Agronomia) - UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA

NEVES, Leandro Camargo; BENEDETTE, R. M.; SILVA, V. X.; PRILL, M. A. de S.; ROBERTO, S. R.; VIEITES, R. L. Qualidade pós-colheita de mangas, não-refrigeradas, e submetidas ao controle da ação do etileno. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v.30, n.1, p. 94-100, 2008.

NEVES, Leandro Camargo; BENEDETTE, R. M.; SILVA, V. X.; VIEITES, R. L.; ROBERTO, S. R. Dano de frio em limas-ácidas Tahiti, colhidas em diferentes épocas e submetidas a tratamentos térmicos e bioquímicos. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v.30, n.2, p. 377-384, 2008.

NEVES, Leandro Camargo. **Atmosfera modificada e absorção de etileno na conservação de caquis, cv. Fuyu armazenados sob refrigeração**. Pelotas, 2002. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Universidade Federal de Pelotas.

NEVES, Leandro Camargo; LUCHETTA, L.; MARINI, L.; ZANUZZO, M.; ZANATTA, J. ROMBALDI, C. V. Armazenamento refrigerado de caquis 'Fuyu', sob atmosfera modificada com adsorção de etileno. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 414- 418, dez. 2004 .

NEVES, Leandro Camargo; BENDER, R. J. ROMBALDI, C. V.; VIEITES, R. L. Armazenagem em atmosfera modificada passiva de carambola azeda (*Averrhoa carambola L.*) cv. 'Golden Star'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal , v.26, n.1, p. 8-12, 2004.

NEVES, Leandro Camargo; RODRIGUES, A. C.; VIEITES, R. L.. Polietileno de baixa densidade (PEBD) na conservação pós-colheita de figos cv. "Roxo de Valinhos". **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p. 57-62, 2002.

NOGUEIRA, Dijauma Honório; PEREIRA, W. E.; SILVA, S. de M. e ARAUJO, R. da C. Mudanças fisiológicas e químicas em bananas 'Nanica' e 'Pacovan' tratadas com carbureto de cálcio. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal ,v.29, n.3, p. 460-464, 2007.

OLIVEIRA JR., Luiz F. G.; COELHO, E. M.; COELHO, F. C. Caracterização pós-colheita de mamão armazenado em atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 3, p.660-664, 2006.

OLIVEIRA NETO, O. C. **Maturação e conservação sob atmosfera modificada de Bananas Prata, Pacovan e Nanicão tratadas pós-colheita com 1-metilciclopropeno (1-MCP)**. Areia, 2002. 155f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba.

PFAFFENBACH, Luciana Bittencourt; CASTRO, J. V.; CARVALHO, C. R. L.; ROSSETTO, C. J. Efeito da Atmosfera Modificada e da Refrigeração na Conservação Pós – Colheita de Manga Espada Vermelha. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 410-413, dez.2003.

PINHEIRO, Ana Carla Marques; VILAS BOAS, E. V. de B.; ALVES, A. de P. e LA SELVA, M.. Amadurecimento de bananas 'maçã' submetidas ao 1-metilciclopropeno (1-MCP). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, n.1, p. 1-4, 2007.

PINTO, Luciana Konda de Azevedo; MARTINS, M. L. L.; RESENDE, E. D. de; ALMEIDA, R. F. de; VITORAZI, L.; PEREIRA, S. M. de F. Influência da atmosfera modificada por filmes plásticos sobre a qualidade do mamão armazenado sob refrigeração. **Ciência e Tecnologia de Alimento**, Campinas, v.26, n.4, p. 744-748, 2006.

PIZZOL, J.S.S. de; ELEUTÉRIO, R.C. Fruticultura: participação do Brasil no mercado externo de bananas. **Preços Agrícolas**, São Paulo, v. 14, n.162, p.40-41, 2000.

PRESSEY, R.; AVANTS, J.K. Separation and characterization of exopolygalacturonase and endopolygalacturonase from peaches. **Plant Physiology, Baltimore**, v. 52, n.3, p.252-256, 1973.

ROMBALDI, C., CHAVES., A. L. S.; SILVA., J. A.; LEMOS., M. R. B.; AYUB, R. A.; BALAGUÉ., C.; PECH, J.; Expressão da Enzima Ácido 1-Carboxílico-1-Amino Ciclopropano Oxidase em Tomate (*Lycopersicon esculentum mill.*), Cultivar Kadá. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.2, n.1, p.5-10, jan.-abr., 1996.

ROCHA, Aline. **Uso de permanganato de potássio na conservação pós-colheita de banana 'Prata'**. Viçosa, 2005. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

SALES, Alenir Naves de; BOTREL, N. e COELHO, A. H. R. Aplicação de 1-metilciclopropeno em banana 'Prata-Anã' e seu efeito sobre a substâncias pécnicas e enzimas pectinolíticas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.3, p. 479-487, 2004.

SANCHES, J., LEAL, P.A.M., SARAVALI, J.H., SILVIA, A. Avaliação de danos mecânicos causados em banana "Nanicão" durante as etapas de beneficiamento, transporte e embalagem. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p.195-201, 2004.

SANTANA, Merce Teodora Aguil; SIQUEIRA, H. H. de; LACERDA, R. J. e LIMA, L. C. de O. Caracterização físico-química e enzimática de uva 'Patricia' cultivada na região de Primavera do Leste - MT. **Ciência e Agrotecnologia.**, Lavras, v.32, n.1, p. 186-190, 2008.

SARANTÓPOULOS, C.I.G.L. et al. Embalagens com atmosfera modificada. Campinas, CETEA/ITAL, 1996.

SILVA, Ana Veruska Cruz; ANDRADE, David Guimarães; YAGUIU, Paula; CARNELOSSI, Marcelo Augusto Gutierrez; MUNIZ, Evandro Neves; NARAIN, Narendra. Uso de embalagens e refrigeração na conservação de atemóia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.29, n.2, p. 300-304, 2009.

SILVA, Cíntia de Souza; LIMA, L. C.; SANTOS, H. S; CAMILI, E. C.; VIEIRA, C. R. I. Y.; MARTIN, C. da S.; VIEITES, R. L. . Amadurecimento da banana-prata climatizada em diferentes dias após a colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 1, 2006.

SILVA, Edicléia Aparecida da; BOLIANI, A. C.; CORREA, L. de S.. Avaliação de cultivares de bananeira (*Musa sp*) na região de Selvíria-MS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, n.1 p. 101-103, 2006.

SIMÃO, Salim, Tratado de Fruticultura – Piracicaba: FEALQ, 1998, 760 p.

SOLOESTE IND. COM. EXPORTAÇÃO LTDA. PRODUTOS ALWAYS FRESH Disponível em: < http://www.soloeste.com/prod_etileno_saches.htm>. Acesso em: 09 nov. 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Trad. Eliane Romanato Santarém ... (et al.). 3.ed. Porto Alegre. Artmed, 2004. 719p.

TERUEL, Bárbara; CORTEZ, L.; LEAL, P.; NEVES FILHO, L. Resfriamento de banana-prata com ar forçado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p. 142-146, 2002.

VIEIRA, Marcelo José; ARGENTA, L. C.; AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A.; VIEIRA, A. M. F. D. Preservação da qualidade pós-colheita de kiwi 'Bruno' pelo controle do etileno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.2, p. 309-406, 2010.

VIGNEAULT, C.; BORDINT, M. R.; ABRAHÃO, R. F. Embalagem para frutas e hortaliças. In: CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. Resfriamento de frutas e hortaliças. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 95 – 121.

VILA, Mariana Texeira Rodrigues; LIMA, L. C. de O.; VILAS BOAS, E. V. de B.; DOLL HOJO, E. T; RODRIGUES, L. José; PAULA, N. R. F. de. Caracterização química e bioquímica de goiabas armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.5, p. 1435-1442, 2007.

VILAS BOAS, E. V. de B.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MENEZES, J. B. **Características da fruta:** banana pós-colheita. Brasília, DF: Embrapa, 2001. (Série Frutas do Brasil, 16).

VILAS BOAS, Eduardo Valério de Barros. **Modificações pós-colheita de bananas 'Prata'(Musa acuminata X Musa balbisiana Grupo AAB) Y-irradiada**. Lavras, 1995. 73f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade Federal de Lavras.

VILELA, Nirlene J.; LANA, M. M.; NASCIMENTO, E. F. ; MAKISHIMA, N. O peso da perda de alimentos para a sociedade: o caso das hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.2, p. 142-144, 2003.

VIVIANI, L.; LEAL, P. M.. Qualidade pós-colheita de banana Prata Anã armazenada sob diferentes condições. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, 2007.