



FACULDADE DE EDUCAÇÃO E MEIO AMBIENTE

MARIA DO CARMO SILVA DE OLIVEIRA

**PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO AMIDO
DO CARÁ (*Dioscorea cayennensis*) NATIVO E
MODIFICADO POR ACETILAÇÃO**

ARIQUEMES-RO

2017

Maria do Carmo Silva de Oliveira

**PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO AMIDO
DO CARÁ (*Dioscorea cayennensis*) NATIVO E
MODIFICADO POR ACETILAÇÃO**

Monografia apresentada ao curso de graduação em licenciatura em Química, da Faculdade de Educação e Meio Ambiente com o requisito parcial à obtenção do grau de Licenciado em Química.

Professor Orientador: Rafael Vieira
Orientadora: Prof. Esp. Regiane Rossi
Oliveira Lima

Maria do Carmo Silva de Oliveira

**PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO AMIDO DO
CARÁ (*dioscorea cayennensis*) NATIVO E MODIFICADO
POR ACETILAÇÃO**

Monografia apresentada ao curso de graduação em licenciatura em Química, da Faculdade de Educação e Meio Ambiente com o requisito parcial à obtenção do grau de Licenciado em Química.

Professor Orientador: Ms. Rafael Vieira
Professor Orientador: Esp. Regiane Rossi de Oliveira Lima

COMISSÃO EXAMINADORA

Professor Orientador Ms°. Rafael Vieira
Faculdade de Educação e Meio Ambiente

Professor Ms°. Jhonattás Muniz de Souza
Faculdade de Educação e Meio Ambiente

Esp. Jociel Honorato
Faculdade de Educação e Meio Ambiente

Ariquemes, 26 de junho de 2017.

A Deus por ser o meu tudo.
E a minha mãe, minha âncora, um
presente de Deus para ser o meu
apoio, a luz que reflete em meu ser.

AGRADECIMENTOS

À Deus por tudo que fez, me concedendo a oportunidade de finalizar mais uma etapa na minha vida.

À minha família pelo apoio e paciência durante toda essa trajetória de experiência.

Aos meus irmãos e minha mãe Luzia por serem o meu incentivo nessa caminhada e nunca me deixarem desistir.

Ao meus orientadores Rafael Vieira por ter acreditado no meu trabalho e a Regiane Rossi de Oliveira Lima pela dedicação em todas as etapas deste trabalho.

Aos meus amigos Jociel Honorato de Jesus pelo apoio em cada etapa deste trabalho e Mariana Brustolon Mariano pelo apoio e incentivo.

A professora mestre Filomena Maria Minetto Brondani por acreditar em mim e estar comigo em cada passo dentro e fora da faculdade me motivando a seguir sempre.

A todos os professores que ministraram conhecimentos durante a minha graduação aos quais levarei por toda a minha vida em especial ao Fabrício Pantano por me ajudar quando já não via solução, e o Isaias Gomes Fernandes pela amizade.

A todos os meus colegas de classe que junto trilhamos essa caminhada nos apoiando e incentivando nas horas difíceis.

A todos os meus amigos que direta ou indiretamente estiveram comigo me apoiando e incentivando.

A todos o meu carinho e eterna gratidão.

Alguns tem êxito em obter de uma produção equivalente a um preço inferior o melhor das artes, no comércio e na agricultura ao desenvolver das qualidades físicas e morais dos trabalhadores, agricultores e artesãos.

Antoine Laurent Lavoisier

RESUMO

O Cará é uma planta de raiz tuberosa, longas e achatadas com formato de uma moela, os bulbos aéreos. Podendo ser arredondadas como as batatas e longas como as mandiocas, são as subterrâneas. Pertence à família *Dioscoriaceae* *Dicotyledonea* e ao gênero *Dioscorea* com variedades de espécies e alguns são utilizados como alimentos. Sendo uma fonte de amido. O amido é o principal carboidrato consumido pelo homem e apresenta inúmeras aplicações industriais, onde para melhores alterações há necessidade de modificação em sua estrutura química e entre as modificações a acetilação é muito conhecida. Esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de estudar as propriedades funcionais do amido nativo e modificado através da acetilação. De 3,750 Kg do Cará foram extraído 287g de amido. As análises da forma e tamanho de grânulos do amido nativo e modificado, a microscopia óptica, com visualização nas objetivas de 40X e 10X. a solubilidade e poder de intumescimento foram determinados em diferentes temperaturas e pH. A capacidade de absorção de água e óleo do método descrito por Okezie e Bello. A claridade da pasta foi quantificada como descrito por Demiate sendo empregado a pasta de 1%. A solubilidade dos amidos teve variação de 6.66% até 60% entre o nativo e o modificado em função da temperatura. Em função do pH há uma variação de 7% a 40% quanto ao poder de intumescimento. A capacidade do amido modificado de absorver mais água e óleo que o nativo demonstra que torna um produto apto para ser utilizado na indústrias principalmente alimentícia na qual se faz necessário reduz o teor de lipídeos dos alimentos. A pasta do amido nativo sofre uma retrogradação maior após alguns dias, pois seu amido tem uma mudança natural em sua estrutura.

Palavras-chave: Amido; modificação; acetilação.

ABSTRACT

The Cará is a tuberous root plant, long and flat shaped like a gizzard, the aerial bulbs. They can be rounded like potatoes and long as cassava, they are underground. It belongs to the Dioscoriaceae family Dicotyledonea and to the genus Dioscorea with varieties of species and some are used as food. Being a source of starch. Starch is the main carbohydrate consumed by man and has numerous industrial applications, where for better changes there is a need for modification in its chemical structure and among the modifications the acetylation is well known. This research was developed with the objective of studying the functional properties of native and modified starch through acetylation. Of 3,750 kg of Cará, 287 g of starch was extracted. Analyzes of the shape and size of native and modified starch granules, optical microscopy, with visualization in the 40X and 10X objectives. The solubility and swelling power were determined at different temperatures and pH. The water and oil absorption capacity of the method described by Okezie and Bello. The clarity of the slurry was quantified as described by Demiate using the 1% paste.

Keywords: Starch; modification; Acetylation.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1	-Representa a fotografia de uma espécie de Cará.....	12
Figura 2	-Apresenta a fotografia que ilustra a plantação do Cará.....	13
Figura 3	-Apresenta a fotografia do Cará descascado.....	13
Figura 4	-Apresentação do mecanismo de formação do amido.....	16
Figura 5	-Etapa 1- proposta do mecanismo de acetilação.....	18
Figura 6	-Etapa 2 do mecanismo de acetilação.....	18
Figura 7	-Continuação da etapa 2 da reação.....	19
Figura 8	-Continuação da etapa 2 da reação.....	19
Figura 9	- Etapa final da reação.....	20
Figura 10	-Produtos finais da modificação estrutural do amido.....	20
Figura 11	-Grânulos do amido modificado ampliados em 40X	26
Figura 12	-Grânulos do amido modificado ampliados em 10X.....	26
Figura 13	-Grânulos do amido nativo ampliados em 40X.....	26
Figura 14	-Grânulos do amido nativo ampliados em 10X.....	26

LISTA DE GRÁFICOS

Figura 15 -Solubilidade dos amidos nativos e modificados do Cará cayemensis em função da temperatura.....	27
Figura 16 -Poder de Intumescimento dos amidos nativos e modificados do Cará cayemensis em função da temperatura.....	28
Figura 17 -Solubilidade dos amidos nativos e modificados do Cará cayemensis em função do pH.....	29
Figura 18 -Poder de intumescimento em função do pH dos amidos nativos e modificados do Cará cayemensis.....	29
Figura 18 -Capacidade de absorção de água e óleo dos amidos nativos e modificados do Cará cayemensis.....	30
Figura 19 -Clareza da pasta e poder de retrogradação dos amidos nativos e modificados do Cará cayemensis.....	31

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 O CARÁ.....	14
2.2 O AMIDO.....	17
2.3 A ESTRUTURA DO AMIDO	18
Figura 4 – Apresentação do mecanismo de formação do amido.	19
2.4 A MODIFICAÇÃO.....	19
2.5 ACETILAÇÃO.....	20
2.5.1 – Mecanismos de reação para modificação estrutural	20
2.6 ANÁLISE DO AMIDO	23
2.6.1 Microscopia Ótica	23
2.6.2 Poder de Intumescimento	23
2.6.3 PH	24
2.6.4 Espectrofotometria	24
3 OBJETIVOS	25
3.1 OBJETIVO GERAL	25
Analisar as propriedades físico-químicas do amido do <i>Cará caynnensis</i>	25
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	25
4 METODOLOGIA	26
4.1 EXTRAÇÃO E MODIFICAÇÃO DO AMIDO DO CARÁ.....	26
4.2 MICROSCOPIA ÓTICA.....	26
4.3 PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO AMIDO NATIVO E MODIFICADO ...	27
4.3.1 Solubilidade e poder de Intumescimento em função da temperatura	27
4.3.2 Solubilidade e poder do intumescimento em função do pH	27
4.3.3 Capacidade de absorção de água e óleo	28
4.3.4 Claridade da pasta e poder de retrogradação	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
CONCLUSÃO	36
REFERÊNCIAS	37

INTRODUÇÃO

Dentre as variedades de raízes tuberosas no mundo alimentício destacam-se a mandioca, a batata, a batata-doce e também o cará pertencente à família das *Dioscoreas*. Conforme Ferreira (2011), as *Dioscoreáceas* compõem uma fonte alimentar importante e estão distribuídas nas regiões tropicais, subtropicais e temperadas de todo mundo.

Martins et al. (2015) complementam que uma nutrição inspirada na cultura regional torna-se uma opção eficaz no combate à insegurança alimentar, portanto, mantimentos da região como frutas, hortaliças, tubérculos e leguminosas são aqueles disponíveis em cada região do Brasil e possuem como características primordiais o fácil acesso, o baixo custo e o alto valor nutritivo. (BRASIL, 2002).

De acordo com Scindwein et al. (2012) o clima de Rondônia, tropical, quente e úmido, torna-se um local favorável para o cultivo das espécies acima citadas. O tubérculo cará é bastante comum nessa região do norte do país e suas propriedades são pouco conhecidas pela população consumidora, o que pode limitar seu consumo. Há possibilidade de aumento da exploração desse cultivo, com acréscimo na plantação e saldos econômicos aceitáveis para os agricultores, havendo a necessidade de estruturar a cadeia produtiva, fortalecer os atuais sistemas de plantio, potencializar o modo das indicações e métodos disponíveis. (SANTOS et al. 2007).

Os mesmos autores mencionam que os tubérculos de cará possuem características nutritivas e energéticas relevantes, sendo abastados em vitaminas do complexo B (tiamina, riboflavina, niacina, adermana), carboidratos, principalmente amido, minerais e propriedades medicinais, além de exibirem baixo teor de gordura.

Segundo narram LIMA; SILVA JUNIOR; DE SÁ(2014) o amido é o carboidrato fundamental consumido pelo homem e proporciona numerosos aproveitamentos nas indústrias. Os amidos nativos tem uso limitado na indústria alimentícia devido à sua fraca estabilização térmica e ácida, bem como muita facilidade a retrogradação. De tal modo, os próprios podem ser

alterados visando contrair maior permanência, melhoras nas propriedades reológicas das pastas, textura dos géis e retenção de água. A alteração na fonte de amido, composição e arranjo, bem como as distinções nas propriedades, torna o amido apropriado a **uma variedade de aplicações fornecidos para diversas funcionalidades.** (SANTOS, 2016).

Pereira (2011) relata que os métodos e reagentes empregados na manufatura, tanto dos amidos alterados alimentícios, quanto nos industriais, tem sido intensamente averiguados e testados para enriquecimento de sua funcionalidade. O uso de amidos modificados vem auferindo seriedade contínua na indústria e na engenharia industrial, pois o amido pode ser química e fisicamente alterado para atender solicitações especiais.

Desse modo, realizar um estudo exploratório da riqueza estrutural do amido do cará, visando sua modificação através de uma reação de acetilação, traz à sociedade conhecimentos de um alimento muito conhecido nesta região, com grande potencial alimentício e até mesmo nos meios financeiros.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Ferreira (2011) relata que o gênero *Dioscorea*, ao qual pertence a maior parte das espécies cultivadas e silvestres da família *Dioscoreaceae*, conglomerada qualidades cultivadas na África, Ásia e América. Segundo Santos et al. (2006), há cerca de 600 espécies comestíveis, sendo as mais relevantes: *D. cayennensis*, *D. alata*, *D. rotundata*, *D. trifida* e *D. esculenta*.

2.1 O CARÁ

Anuário (1994) narra que o Cará (*Dioscorea sp.*) é um legume com significativo consumo mundial, e é avaliado como uma cultura de opção em expansão, pois seu consumo excedeu a batata-doce, a mandioca e a própria batata. As espécies do gênero *Dioscorea*, segundo Ferreira (2011), expõem ampla seriedade na agricultura habitual brasileira por seu amplo período de conservação destas classes, sendo um cultivo persistente às pragas e doenças, o que lhe confere a capacidade de conservar-se guardados por extensos períodos, contribuindo com a segurança alimentar. A figura 1 apresenta uma fotografia de uma espécie de Cará.



Figura 1-Representa a fotografia de uma espécie de Cará

Silva et al. (2016) complementam que seu cultivo é uma excelente fonte de renda familiar, além de ser um meio de potencializar e incrementar cardápios.

O *Dioscorea cayennensis*, o Cará Caramujo, Peixoto Neto; Caetano; Lopes Filho (2000), descrevem um tubérculo comprido com tonalidade castanho-claro como está retratado na figura 1, caule volúvel, glabro, aculeado; folhas sobrepostas e raramente alternadas de formato oval podendo ser percebido na figura 2, simples ou compostas; flores globosas, mais ou menos fechadas, com 1,5 mm de comprimento.



Figura 2-apresenta a fotografia que ilustra a planta do Cará

Ainda, Heredia;Vieira; Ortiz (1998) relatam que existem tubérculos de forma arredondada de polpa branca como está ilustrada na figura 3 do Cará já descascado.



qqqq

Figura 3-Cará sem a casca

Segundo Santos et al. (2006) o Cará é uma planta monocotiledônea, herbácea, dióica, brotando inflorescência masculina e feminina em plantas distintas, além de ser classificadas como uma trepadeira. Entre muitas vantagens do plantio do Cará, é a contribuição com o meio ambiente. Para o plantio não precisa brocar, derrubar, queimar, coivar e até mesmo capinar. Outra vantagens também é sua validade, se mantido em ambiente seco e protegido da luz solar, pode ser de até 120 dias; sua produtividade varia de 40 Kg/cova/18 meses a 101/Kg/cova/18 meses. (SILVA et al., 2016).

De acordo com pesquisa realizada por Heredia; Vieira; Minuzzi (2000), o Cará Caramujo foi o que mais produziu, sendo 65,79 t/ha. Observou que os clones Cará Flórida e Mimoso produzira apenas rizomas, os Caramujo e Pezão produziram rizomas e tubérculos aéreos e o Roxo teve plantas que produziram somente com rizomas, e outras que produziram rizomas e tubérculos aéreos.

Santos (1996), recomenda a utilização de túberas-semente do Cará Caramujo com 200 a 350 g, o que resulta alta produtividade. O plantio pode ser feito em covas altas, que são preparados com enxadas e têm as dimensões de 0,40 X 0,30m, de altura 0,30m e são plantadas a uma profundidades de 10 cm, sendo esse o sistema utilizado em pequenas áreas.

O autor continua a ressaltar que a aplicação de fertilizantes, especialmente o nitrogênio, em quantidades adequadas, torna-se imprescindível durante o desenvolvimento das plantas, porque grandes produções são possíveis quando os nutrientes estão disponíveis às plantas em todas as etapas do crescimento. Oliveira (2002) diz que na espécie *D.cayennensis*, o nitrogênio e o potássio são nutrientes básicos extraídos pelo cultivo, acompanhados do cálcio.

Em estudo sobre a adubação, Oliveira et al. (2006), diante dos resultados apresentados por Santos (1996) enfatiza que, o nitrogênio pode aumentar o teor de amido em rizóforos maduro até 30%. A dose máxima estimada é de 60 kg ha⁻¹ de Nitrogênio para o cultivo em solo arenoso, além de salientar que é necessário acrescentar matéria orgânica.

Oliveira et al. (2002), completam a maturação aos nove meses, onde se alcança o maior teor de matéria seca nos tubérculos, e sua composição química, é tão importante quanto o próprio, destacando o amido, proteínas,

lipídeos, gorduras e fibras, dentre as tais o amido é o principal componentes dos túberos do Cará.

O cultivo do Cará se dá em toda a região do Brasil, porém, para Ferreira (2011), essa agricultura na região do nordeste e no Mato Grosso torna uma alternativa viável, pois as condições ambientais são favoráveis para o seu desenvolvimento e produção em caráter econômico, pois nessas regiões muitos agricultores cultivam o Cará para a comercialização; no caso do nordeste, grande parte destina-se à exportação, além da tradição em seu consumo.

2.2 O AMIDO

Conforme relata Santos (2016), o amido é o fundamental conteúdo de reserva nas plantas superiores presentes em sementes, raízes, tubérculos, cereais e frutas, e fornece a maior parte das calorias consumidas pelo homem. O autor expõe ainda que o Brasil está em quinto lugar na produção de amido e em segundo em amido de mandioca, porém, o Brasil tem tuberosas amiláceo com grande potencial de utilização como fontes de amidos comerciais, como exemplo a mandioquinha, a batata-doce e com prova nesta presente pesquisa o Cará.

Como alimento, é rico em carboidratos, proteínas, fósforos, cálcio, ferro e vitaminas B₁ e B₂. Seu amido é parecido com o do milho, em sabor, textura e cor. A farinha pode ser adicionada à do trigo para a fabricação de pães ou pode ser utilizada em diversos pratos, doces ou salgados. (ABRAMO, 1990).

Ao ser extraído da planta o amido é chamado de nativo, podendo ser utilizado em diversos setores na indústria como matéria prima nas fabricações de têxtil, papel, farmacêutico, siderúrgico, plástico e alimentício. Porém, sua modificação torna um meio viável que vem sendo desenvolvida há algum tempo, procurando meios para superar as limitações do nativo e assim melhorar sua utilidade nas aplicações industriais. (APLEVICZ; DEMIATE, 2007).

2.3 A ESTRUTURA DO AMIDO

O amido é um polissacarídeo pertencente à classes dos carboidratos, formado por meio de várias unidades de D-glicose. Sendo a principal fonte de armazenamento de energia nas plantas, está presente em raízes, frutos, tubérculos e sementes. Constitui-se de duas moléculas de polissacarídeos ligeiramente diferentes, amilose e amilopectina, que somente podem ser evidenciados após solubilização e separação dos grânulos. Vale mencionar que o amido é o maior constituinte de batatas, ervilhas, feijões, arroz, milho e farinha.

Os polissacarídeos são polímeros compostos de unidades monossacarídicas, contendo dez ou mais unidades monoméricas, sendo alguns compostos por até milhares delas. As unidades estão unidas por ligações glicosídicas, as quais ocorrem entre um grupo hidroxila de um monossacarídeo e o carbono anomérico de outro. Podem possuir cadeias lineares ou ramificadas, bem como diferentes funções e propriedades biológicas.

Os polissacarídeos constituem a maior parte dos carboidratos encontrados na natureza e diferenciam-se em relação às unidades de monossacarídeos repetidas, grau de ramificação, tipos e configuração das ligações, além do tamanho da cadeia. Como possuem grupos hidroxilas, as ligações de hidrogênio desempenham papel importante no dobramento da estrutura linear, promovendo consequentemente, maior estabilidade na estrutura da macromolécula. (NELSON; COX, 2009).

A figura 4 contempla a proposta mecanística da formação da ligação glicosídica, em que é explicitado um mecanismo concertado, em que a seta 1 abstrai um próton do álcool do carbono anomérico, e, sequencialmente, o parte de elétrons ataca o carbono eletrofílico, permitindo a saída da água.

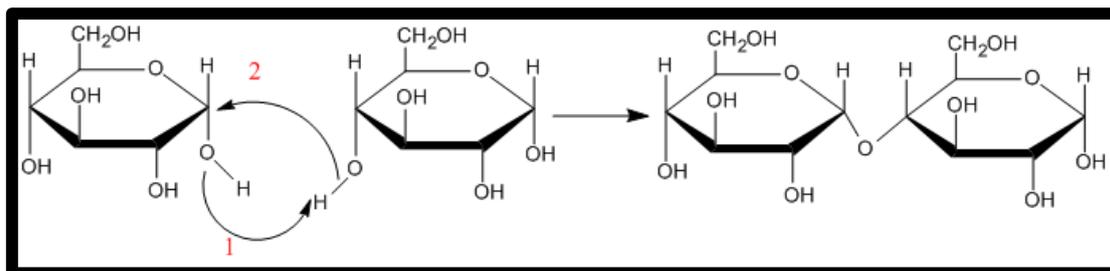


Figura 4 – Apresentação do mecanismo de formação do amido.

Segundo French 1973; 1984, o amido é composto de amilose (20 a 30%), uma cadeia não ramificada de unidades de D-glicose unidas por meio de uma ligação α -1,4'-glicosídica. A amilopectina forma os 70 a 80% restantes de D-glicose unidas entre a ligação α -1,4'-glicosídica, porém ela é uma molécula ramificada, com ligações cruzadas entre carbono número 6 de outra unidade (ligação α -1,6'-glicosídica), ocorrendo a cada 20 a 25 unidades de glicose.

2.4 A MODIFICAÇÃO

Santos (2016), relata que os amidos naturais ou nativos são os mais apropriados para processamentos exclusivos, pois hidratam facilmente, incham-se aceleradamente, rompem-se, perdem viscosidade e produzem uma pasta pouco compacta, elástica e conexa. Portanto, torna-se imprescindível alterar-se o amido nativo para adaptar atributos desejáveis aos alimentos, pois a ampliação de novos produtos e a precisão de controle rigoroso de qualidade dos alimentos nas indústrias requer amidos com propriedades específicas, e que sejam capazes de resistir às categorias trabalhosas do processamento.

O autor enfatiza ainda que amido alterado por métodos físicos tem sido extremamente requisitado no mercado industrial devido sua disposição como matéria-prima nos alimentos industrializados, de tal modo, podendo ser utilizado em contagem indeterminada. Ajustado a isso, os amidos provenientes de raízes e tuberosas estão sendo estimados pelo fato de não serem modificados geneticamente, o que pode ser um fator atualizado muito importante para as indústrias.

2.5 ACETILAÇÃO

Xu et al. (2010), nesse contexto, afirmam que a acetilação de polissacarídeos é um tipo de modificação que pode acrescentar aproveitamentos no campo médico e industrial, visto que pode melhorar propriedades físico-químicas e biológicas como o poder de intumescimento a capacidade de absorção de água e óleo.

Segundo Mendes; Bora; Ribeiro (2012), dentre a evento da modificação, faz imprescindível três elementos básicos: um reagente oxidante, controle de temperatura e controle de pH. Com as alterações, modificando então a estrutura, com a formação de grupos carbonilas e/ou carboxila.

Cheng et al. (2009), descreve a acetilação de polissacarídeos como celulose e amido utilizando ácido acético ou anidrido acético como agente derivatizante. Esta modificação consiste basicamente na esterificação de grupos hidroxilas livres dos monômeros constituintes do polímero através de uma reação com anidrido acético. Os grupos hidroxilas são portanto, convertidos em acetato. Tais modificações químicas sofrendo influência de diferentes parâmetros como o pH, temperatura, tempo de reação, quantidade de anidrido acético e o grau de substituição.

2.5.1 – Mecanismos de reação para modificação estrutural

A figura 5 contempla o início da reação de acetilação, nessa etapa, usa-se ácido clorídrico com anidrido acético exatamente para ativar (tornar mais eletrofílico) a carboxila do anidrido acético. Na proposta de mecanismo dessa reação os pares de elétrons do oxigênio que estão ligados através de dupla ligação abstrai um próton do hidrônio, ficando carregado positivamente.

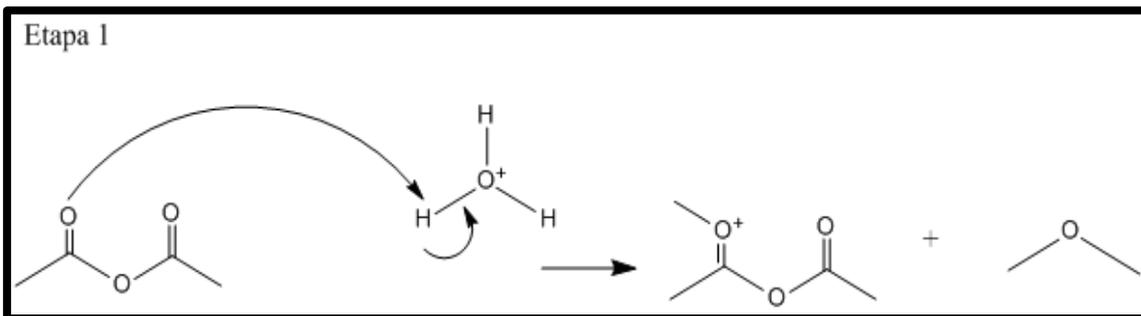


Figura 5 - Etapa 1 - Proposta mecanística de acetilação

A segunda etapa da reação é mostrada na figura 6. Na estrutura do amido, há grupamentos hidroxílicos que podem atuar como núcleofilo, e são atraídos pelo carbono da carboxíla que está ativado (positivo).

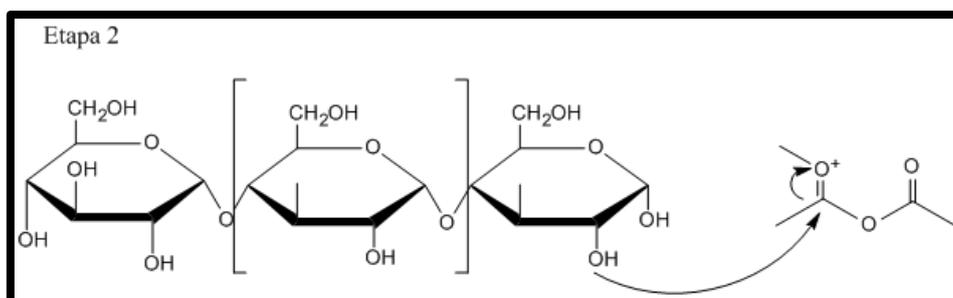


Figura 6 - Etapa 2 do mecanismo de acetilação

A figura 7 retrata a continuação da segunda etapa da reação, em que a água retira o hidrogênio ácido que está ligado diretamente a um oxigênio positivo.

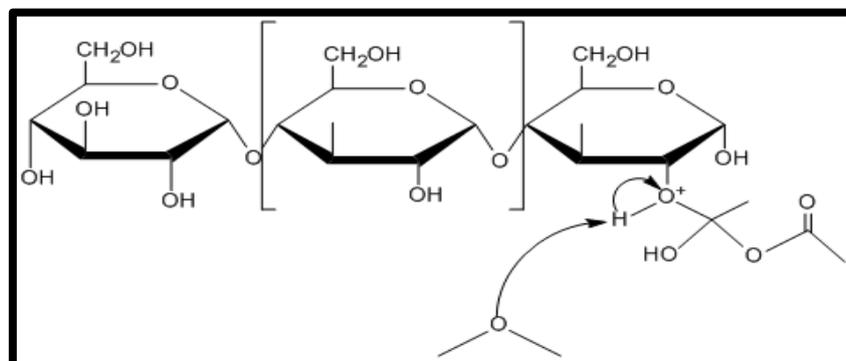
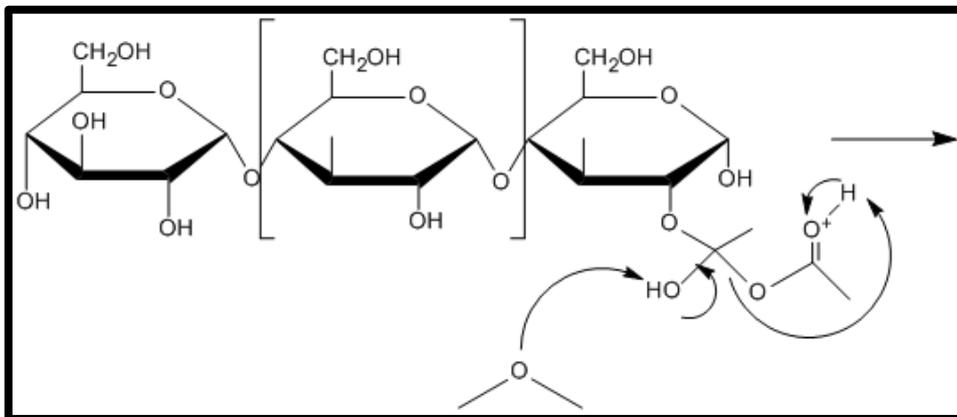
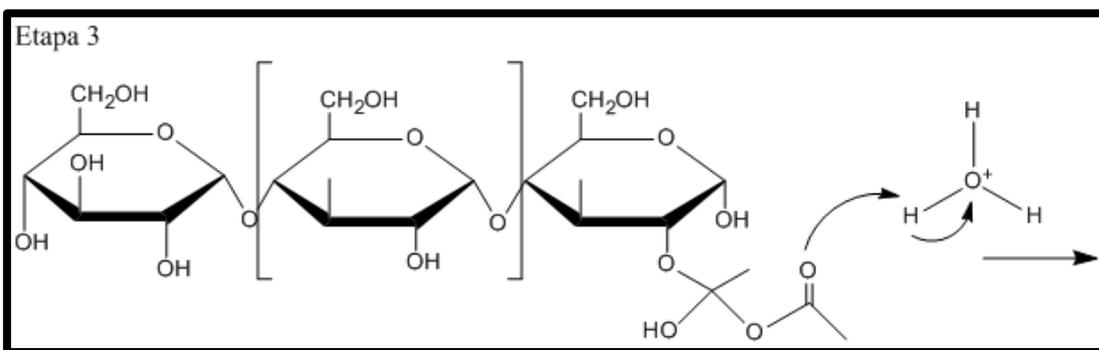


Figura 7- continuação da segunda etapa da reação

As figuras 8 e 9 apresentam a etapa final da reação, em que o oxigênio que faz parte da carboxila (ligado por dupla ligação ao carbono) abstrai um próton do hidrônio, tornando-se carregado positivamente, o que propicia uma reação concertada, em que a água abstrai próton da hidroxila e o par de elétrons derivado da quebra da ligação do próton com o oxigênio forma dupla ligação, e retira-se uma molécula de ácido acético, formando os produtos representados abaixo, onde é apresentada a estrutura do amido modificado por acetilação.



Figuras 8 e 9 etapa final da reação

Por fim, são apresentados na figura 10 os produtos acetilados

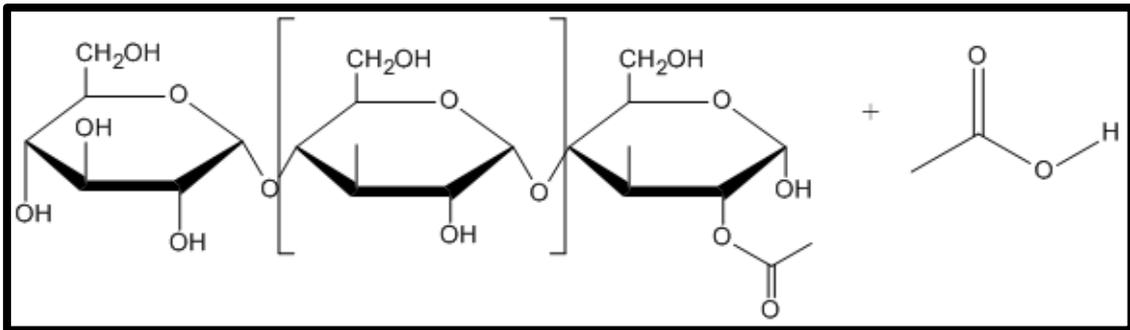


Figura 10 - Produtos finais da modificação estrutural do amido

2.6 ANÁLISE DO AMIDO

2.6.1 Microscopia Ótica

Uma propriedade ótica conhecida como birrefringência, as estruturas esféricas cristalinos, como grânulos de amido arranjados em configurações diferentes, produzem padrões diferenciais quando expostos à luz polarizada. Os grânulos podem variar de 2 a 13 e possuem uma estrutura cristalina, de modo que as moléculas de amidos se alinham radialmente dentro dos cristais. (BRYSKA; YADA, 2015 pág. 63)

2.6.2 Poder de Intumescimento

Conforme discorre Stanley (2009), os grânulos de amido nativo não se dissolvem facilmente em meio aquoso, no entanto, o amido modificado tem maior solubilidade em água, e essa solubilidade aumenta com a temperatura. De início, o intumescimento é reversível, se depois secá-lo. No entanto, com o aumento da temperatura torna-se impossível, pois altera sua estrutura granular. Com o aumento da temperatura os polímeros do amido agitam muito, quebrando as ligações intermoleculares permitindo que as ligações de hidrogênio formem outras ligações com o oxigênio formando moléculas de água. E com a penetração da água eleva a uma crescente separação das cadeias de amido, provocando um aumento da aleatoriedade e uma redução

da quantidade e do tamanho das regiões cristalinas, tornando facilmente rompidos e desintegrados se mexidos levemente provocando uma queda significativa na viscosidade da pasta.

Quando a solução do amido é resfriada, os polímeros se reassociam nas condições de energia cinética molecular baixa. Essa reassociação de cadeias torna uma estrutura mais ordenada, que é chamada de retrogradação resultado da formação cristalina e em textura tipo gel, emborrachada.

2.6.3 PH

É definido em uma escala de zero a catorze, sendo o sete neutro, abaixo desse nível ácido e acima básico. Assim sendo, a concentração de uma solução depende do equilíbrio, pois quando a concentração, aumenta o pH diminui. Calcula-se o pH através da molaridade do íon hidrônio (H_3O^+) que se forma quando a solução está em meio aquoso.

Sendo sua fórmula: $pH = -\log [H_3O^+]$.

Existem alguns métodos de medir o pH, podendo ser medido também com um papel, chamado de indicador universal ou num aparelho, o pHmetro. (ATKLINS, pág.467).

2.6.4 Espectrofotometria

Instrumento analítico. Algumas análises físicas ocorrem quando a luz é absorvida por moléculas. A energia radiante que atinge o detector quando o comprimento de onda passa pela amostra é definida como P/P_0 , onde P_0 é a energia que chega ao detector quando o compartimento de amostra contém uma solução sem analito, ou seja o branco, e o P é a energia radiante que atinge o detector quando o compartimento de amostra contém uma solução com a presença do analito. (HARRIS, 2011, pág. 375).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar as propriedades físico-químicas do amido do *Cará caynnensis*.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Discorrer sobre o *Cará caynnensis*;
- Descrever sobre a extração do amido do *Cará caynnensis*;
- Explicar as análises de modificação por acetilação
- Descrever mecanisticamente a reação de acetilação do amido;
- Verificar as propriedades físico-químicas do amido.

4 METODOLOGIA

4.1 EXTRAÇÃO E MODIFICAÇÃO DO AMIDO DO CARÁ

O Cará (*Dioscorea cayennensis*) foi colhido num sítio na região da cidade de Buritis, localizado a 125 Km do município de Ariquemes, estado de Rondônia. As análises laboratoriais foram realizadas nos laboratórios de Bromatologia, Farmacologia, química.

No pré-processo pesando 3,750 kg, foi descascado, picado e triturado no liquidificador utilizando 4 litros de água destilada e, sequencialmente, tamisado com peneira de 0,42 mesh, após acrescentado 7 litros de água destilada e peneirado numa abertura de 0,25 mesh. Seu ciclo de decantação ocorre por volta de 24hs, para cada lavagem, sendo peneirado em abertura de 0,25 mesh e 0,18 mesh, para a obtenção de um massa branca e água clara descartado o sobrenadante. A seguir, foi seco em estufa de secagem com circulação de ar marca: Nova Ética; modelo: 400/2ND-300 por 48hs, e tamisado numa peneira de 2,00 mesh.

Foi pesado 100g do amido, adicionado 500mL de água e agitado em chapa aquecedora com agitadormagnético de marca Biomax com n°. de série 13800 por 20 minutos. Para a modificação o método utilizado foi adaptado por Sathe; Salunke (1981).

Com pHmetro calibrado em temperatura ambiente o pH foi ajustado entre 8,0 e 8,5. Utilizou-se solução de hidróxido de sódio 1 mol/L, 20,4g de anidrido acético, deixando a reação ocorrer por mais cinco minutos. Em seguida, usando ácido clorídrico 0,5 mol/L, ajustou-se o pH para faixa de 4,0 e 4,5. Em seguida a amostra foi filtrada a vácuo, em funil de Büchner e lavada com água destilada. Sequencialmente, foi levada para secar por 24hs na estufa com circulação de ar a 34°C. O amido modificado foi peneirado em peneira de 0,18 mesh e guardado em tempo de conservação.

4.2 MICROSCOPIA ÓTICA

Realizado em triplicata, utilizando microscópio óptico de marca OPTON modelo N-101 B) visualizando as objetivas de 40x e 10x. Analisou o tamanho e a forma dos grânulos do amido nativo e modificado, preparando 100mg de amido em 5 mL de solução 1:1 de glicerina: água, colocando duas gotas em uma lamina e cobrindo com uma lamínula.

4.3 PROPRIEDADES FUNCIONAIS DO AMIDO NATIVO E MODIFICADO

4.3.1 Solubilidade e poder de Intumescimento em função da temperatura

Realizada em alta temperatura, para promover a quebra das pontes de hidrogênio deixando livres grupos de hidroxila, permitindo que os grânulos continuem a inchar e resultem no aumento da solubilidade do amido.

Utilizando o método adaptado por Leach; McCowen; Schoch (1959), preparou-se uma solução de 0,1g de amostra em 10mL de água destilada e, em seguida foi colocada em banho-maria nas temperaturas de 55°, 65°, 75°, 85° e 95 C°, mantidos em agitação por 30 minutos. Em seguida, os tubos foram levados a e centrifugados a 1000 rpm por 15 minutos. Descartado o sobrenadante foram coletados para a quantificação da fração solúvel em tubos, e pesados. A solubilidade é expressa em grama por 100g em base seca, enquanto o poder de intumescimento é a relação da massa final pela inicial, as análises foram realizadas em triplicata.

4.3.2 Solubilidade e poder do intumescimento em função do pH

Para estudos do pH relacionado ao amido nativo e modificado quanto se solubiliza e quanto influencia no inchamento dos grânulos, foi preparado solução de ácido clorídrico a 0,1M/L e hidróxido de sódio a 0,12M/L com água destilada. As amostras utilizadas é de 1% p/v, ajustando o pH para os valores almejados de 4, 6, 8, 10 e 12, colocadas na estufa por 1h, a 30°C, e em seguida, centrifugadas a 1000 rpm por 15 minutos.

4.3.3 Capacidade de absorção de água e óleo

Na observação da capacidade de absorção de água ou de óleo foi empregado o método descrito por Okezie; Bello (1988) no qual a amostra de 1g de amido nativo e modificado foram solubilizadas em 50mL de água e as mesmas quantidades de amostras em 50mL de óleo, foram preparadas as soluções e colocadas em tubos de ensaio, agitada em agitador votex para tubos marca Quimismodelo Q220 110/220 volts por 1minuto e sequencialmente levados à centrifugada para tubos, marca Quimis; modelo:Q222T216 a 1500 rpm por 20 minutos. Observando o peso da amostra antes e depois da absorção. A capacidade de absorção é relacionada com a quantidade de água absorvida em 100g de amostra, a análise foi realizada em triplicata.

4.3.4 Claridade da pasta e poder de retrogradação

O método usado para a claridade da pasta e poder de retrogradação foi descrito por Demiate; Kotovicz (2011). Quantificada em que uma solução de 1% de amido é aquecida a 98°C a banho-maria por 30minutos para promover a gelatinização completa dos grânulos, com pouca agitação. Em seguida o amido foi resfriado e a solução foi analisada no espectrofotômetro (marca Quimis, modelo Q798DP) a 680nm. O procedimento foi feito em triplicata.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na extração do amido foram obtidos 287g de amido nativo, porém utilizou 100g para a realização de modificação.

Na realização da análise da microscopia ótica a glicerina dificulta a absorção de água pelos grânulos impedindo de inchar e apresentar diâmetros maiores que os reais. Podendo ser observado o comportamento dos grânulos nas figuras 11 e 12 das amostras do amido modificado e 13 e 14 da amostras do amido nativo, não houve mudanças de amido para o outro.



Figura 11-(A) grânulos de amido modificado ampliado em 40X
Figura 12- (B) grânulos de amido modificado ampliado em 10X
(C) (D)

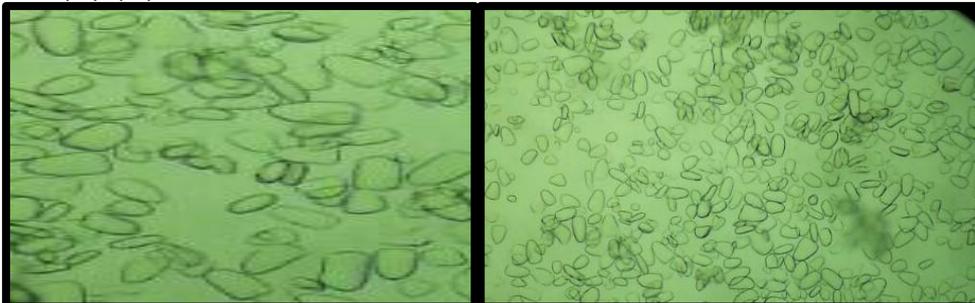


Figura 13- (C) grânulos de amido nativo ampliado em 40X
Figura 14- (D) grânulos de amido nativo ampliado em 10X.

Em semelhante pesquisa com o feijão andú, LIMA; SILVA JUNIOR; DE SÁ (2014), descreveram os grânulos eram ovalados e circulares, um pouco diferente ao encontrado nesta pesquisa ovalado e quadrado.

O gráfico abaixo, retratado na figura 15, apresenta os resultados obtidos no estudo comparativo entre os diferentes tipos de amido

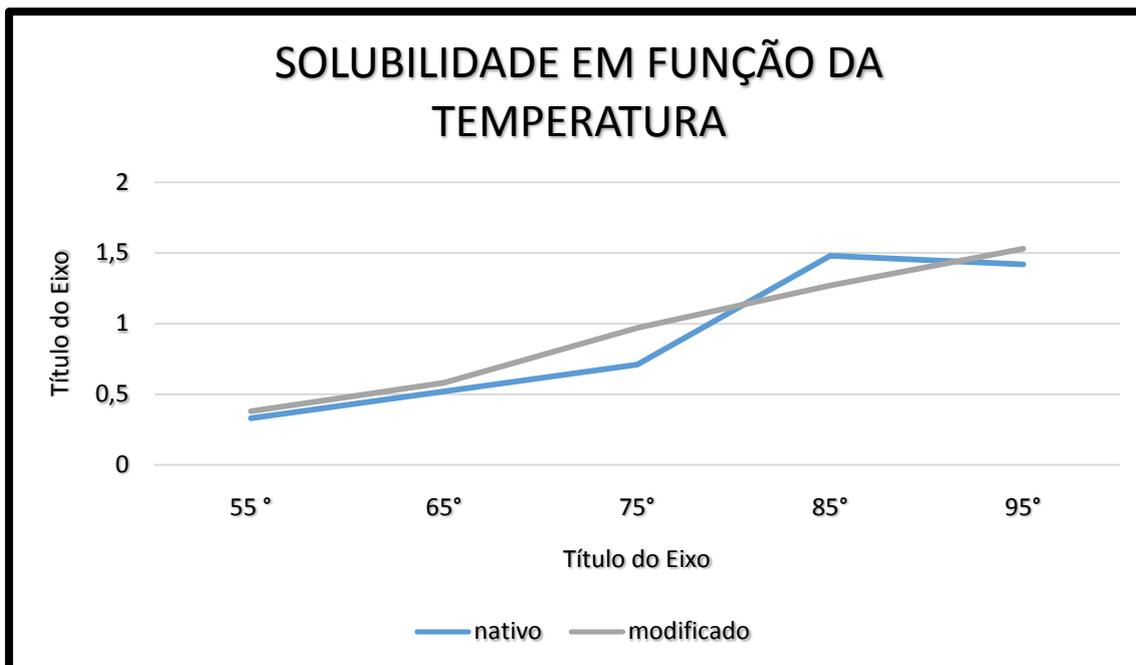


Figura-15 Solubilidade dos amidos nativos e modificados do Cará *cayemensis* em função da temperatura

Em um estudo analítico do gráfico representado acima, verifica-se que tanto amido nativo, quanto o modificado, na faixa de temperatura de 55° até 65° apresentam comportamento semelhante, com destaque para o amido nativo, que apresenta maior solubilidade nessa referida temperatura. Na segunda faixa selecionada (de 65° até 75°), nota-se que o amido nativo permanece em uma reta ascendente constante, porém, o amido modificado apresenta crescimento relevante na solubilidade, indo de 0,6 g/100g para 1,0 g/100g, apresentando um aumento de 60% na solubilidade nesta faixa de temperatura.

Verificando a temperatura de 75° até 85° nota-se que é a faixa de temperatura que é possível verificar a maior discrepância entre os dois tipos de amido. Enquanto o amido modificado apresenta uma solubilização constante com o aumento da temperatura, o amido nativo apresenta uma elevação busca dessa propriedade físico-química, aumentando de aproximadamente 0,7 g/100g para 1,5g/100g, correspondendo a 66,6% de elevação da solubilidade.

E por fim, na última faixa analisada, de 85° até 95°, o amido modificado permaneceu com aumento constante da solubilidade, enquanto que o amido nativo sofreu um decréscimo de 6,66%.

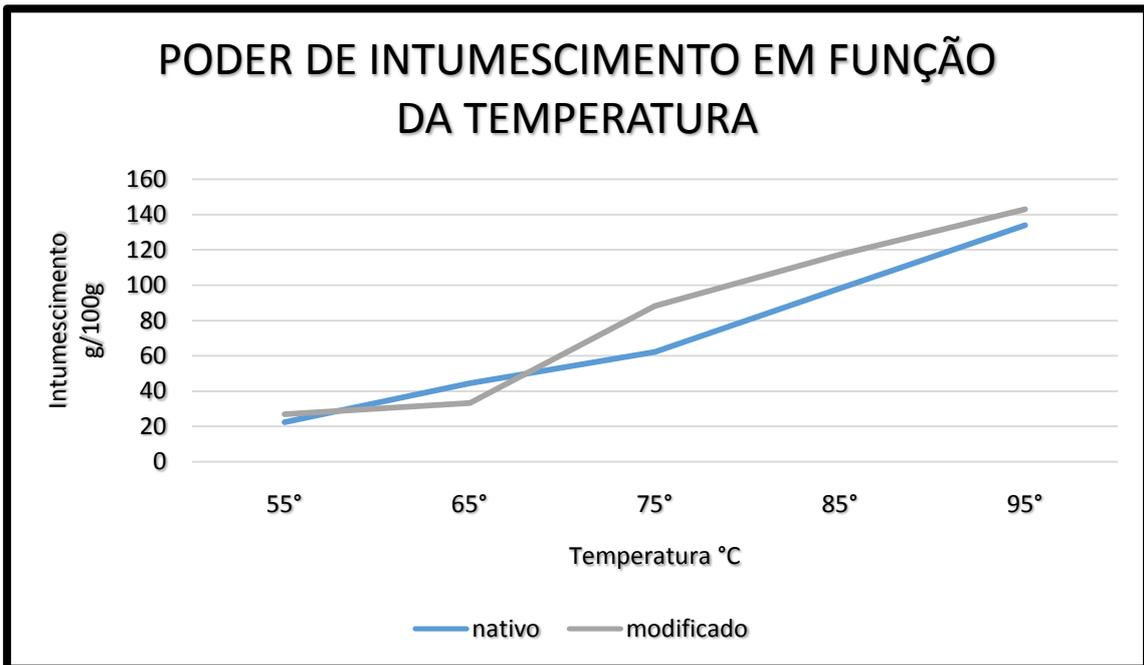


Figura- 16 Poder de Intumescimento dos amidos nativos e modificados do cará *Cayemensis* em função da temperatura

Avaliando a figura 16 observa-se que o amido nativo devido suas propriedades reológicas que depende da temperatura e agitação para se solubilizar começa seu poder de intumescimento de forma gradativa acelerando o ritmo a partir da temperatura 75°. O amido modificado, começa praticamente a partir da temperatura 65° com rápida elevação em seu poder de intumescimento até a temperatura 75°.

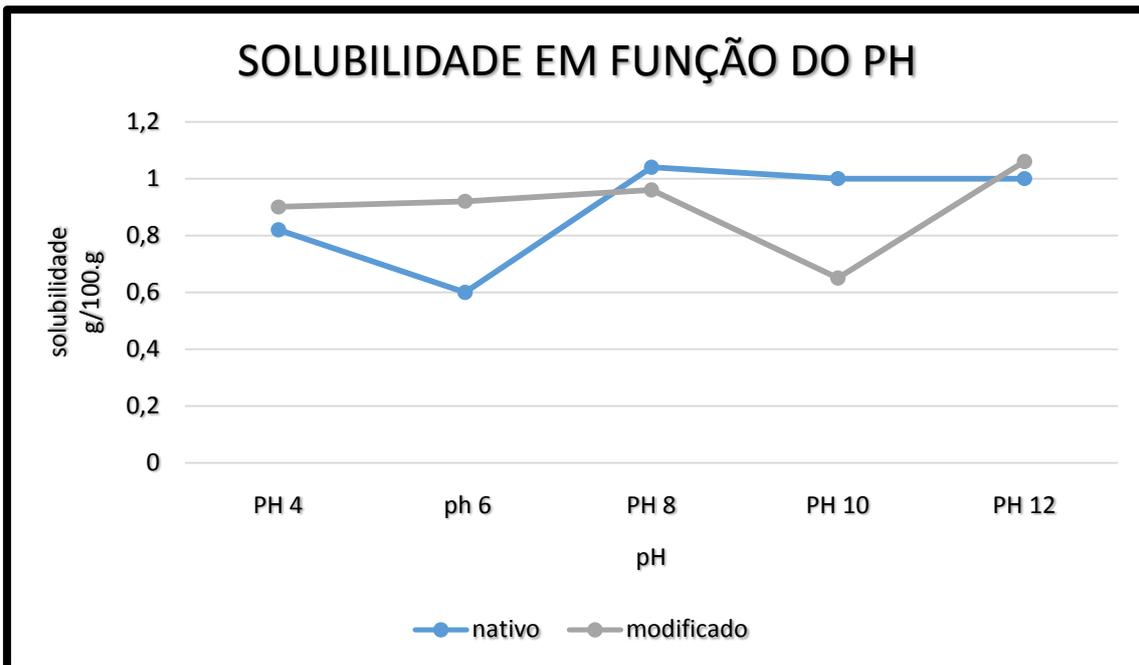


Figura-17 Solubilidade dos amidos nativos e modificados do Cará Cayemensis em função do pH

Em análise do gráfico representado na figura 17, pode-se perceber que no pH 4 o modificado solubilizou um pouco mais que o nativo, o qual no pH 6 teve grande dificuldade para se solubilizar, enquanto o modificado manteve o mesmo comportamento no pH 4, 6 e 8. Porém, no pH 8 o amido nativo teve grande facilidade de solubilização tendo uma dificuldade no pH 10, mantendo um comportamento no pH 10 e 12, diferentemente do modificado que teve grande dificuldade de solubilizar no pH 10, aumentando sua solubilidade em pH mais básico.

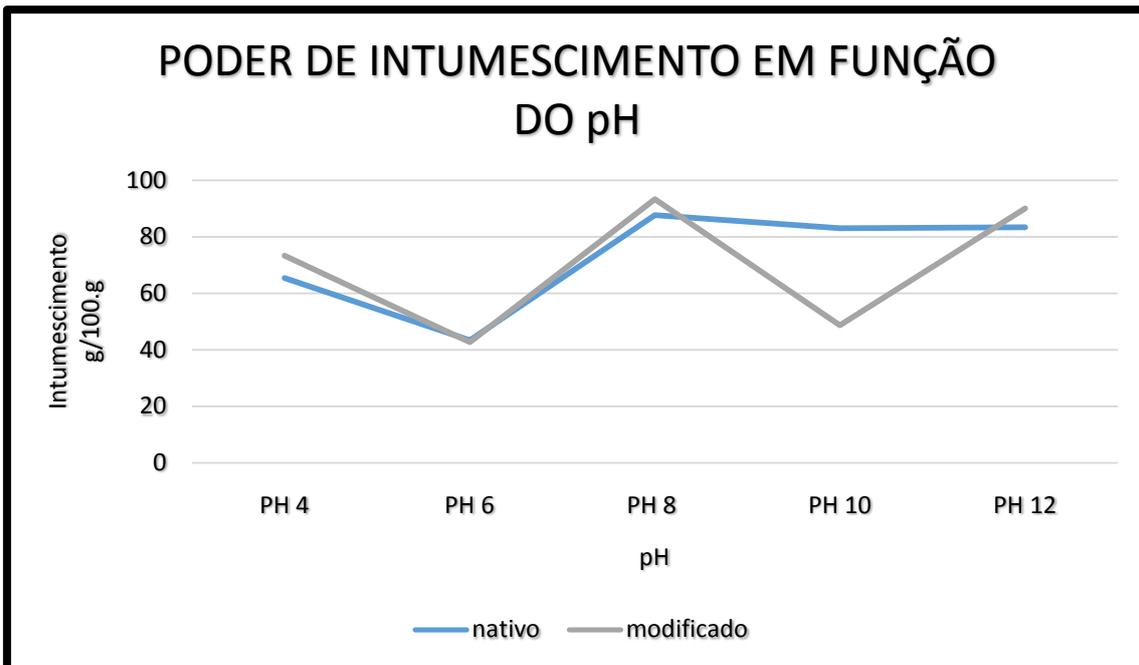


Figura-18 Poder de Intumescimento em função do pH dos amidos nativo e modificado do Cará Cayemensis

Estudando a figura 18 que contempla um gráfico do poder de intumescimento em função do pH, verifica-se que inicialmente no pH 4 ambos se comportam de forma parecida. Porém no pH 8 o modificado tem poder de intumescimento maior que o nativo, no qual tem um comportamento praticamente igual nos próximos, tendo uma leve queda no pH 10 mantendo igual no pH 12, diferente do amido modificado que no pH 10 tem uma brusca dificuldade no poder de intumescimento, já no pH 12 supera o amido nativo.

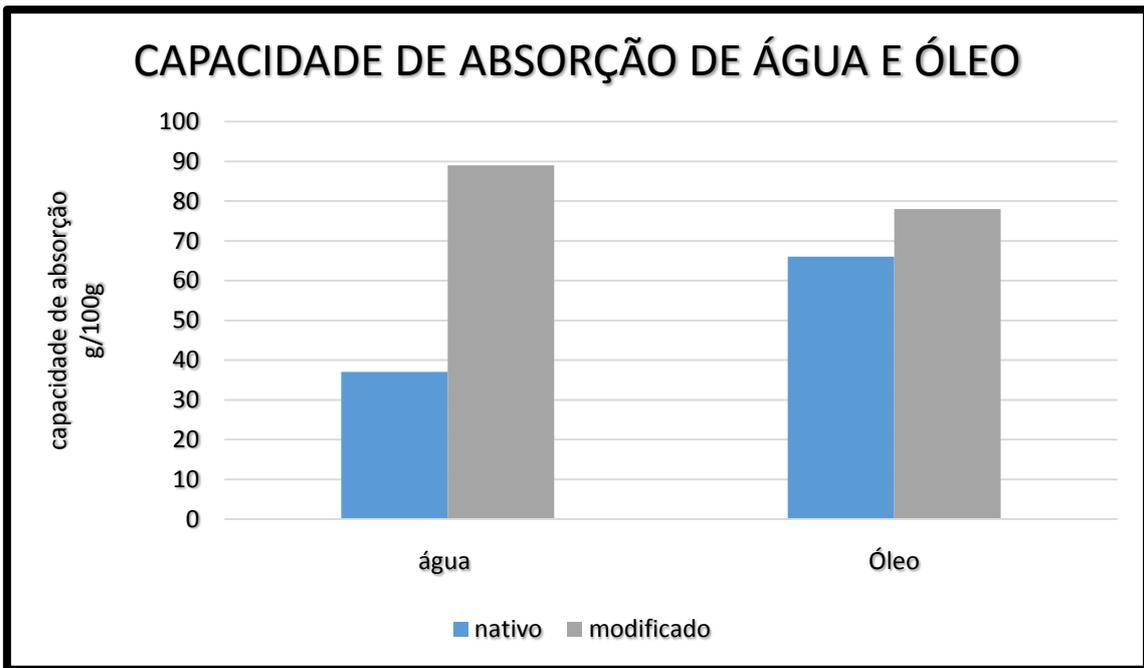


Figura-19 Capacidade de absorção de água (CAA) e óleo (CAO) dos amidos nativo e modificado do Cará *Cayemensis*

O amido nativo devido sua dificuldade de solubilidade tem menor absorção de água, quando comparado ao modificado, porém o amido modificado absorve menos óleo que o nativo, demonstrando a importância da modificação do amido como demonstrado em estudos de Silva et al. (2006), pois o amido modificado reduz o teor de lipídeos nos produtos como maionese, produtos embutidos, etc.

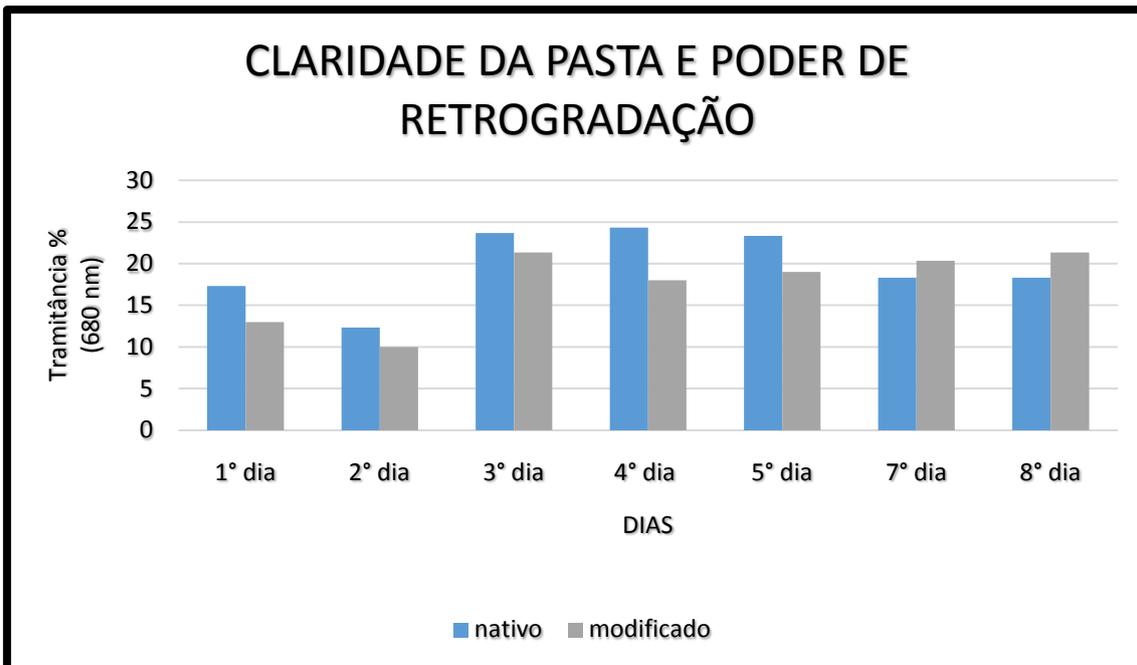


Figura-20 Claridade da pasta e poder de retrogradação dos amidos nativos e modificados do Cará Cayemensis.

A pasta do amido nativo demonstrou que sua claridade nos primeiros dias são maiores que a modificado, porém conforme passam os dias o poder de retrogradação do amido modificado é maior, pois o amido nativo tem maior facilidade a regredir devido a sua modificação em sua estrutura.

Por já ter havido a substituição dos grupamentos hidroxílicos, que são bastante polares e permitem interação de ligação de hidrogênio, por grupos mais volumosos, como os carboxílicos, que não fazem esse tipo de ligação intermolecular, a temperatura e pH é um fator determinante que pode ser atribuído a tais diferenças nas propriedades físico-químicas comparadas nesse estudo.

CONCLUSÃO

O amido foi extraído do Cará *Dioscorea cayennensis* no intuito de modificá-lo, para fazer um estudo comparativos dos resultados, visando identificar qual dos amidos, o nativo ou modificado, tem maior durabilidade, qual apresenta maior absorvidade de água ou o óleo, quanto a solubilidade diante da temperatura e PH. Sendo possível observar que o amido modificado tem maior facilidade de absorção da água, com maior facilidade de solubilizar, pois o amido nativo não é facilmente solúvel em meio aquoso e absorve mais óleo. Sendo assim o amido modificado tem maior durabilidade que o nativo, pois seu poder de retrogradação demonstrou menor que a do nativo, podendo ser empregado em produtos que necessitam ficar mais tempo estocado.

REFERÊNCIAS

- ABRAMO, M. A. **Taioba, Cará e inhame: o grande potencial inexplorado**. Editora Ícone, pág. 80. São Paulo, 1990.
- APLEVICZ, K. S.; DEMIATE, I. M. **Caracterização de amidos de mandioca nativos e modificados e utilização em produtos panificados**. Resv. Ciên. Tec. Alimen., vol.27, nº3. Campinas- SP, 2007
Disponível em: -
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612007000300009 acesso em: 13 abril 2017
- BRASIL. **Alimentos Regionais Brasileiros**. Ministério da Saúde; 2002.
Disponível em:
http://189.28.128.100/nutricao/docs/geral/alimentos_regionais_brasileiros.pdf acesso em: 20 nov. de 2016
- CAUVAIN, S. P.; YOUNG, L. S. **Tecnologia da panificação**, editora Manole, 2º ed., São Paulo, 2009.
- Deshpande, S. S.; Sathe, S. K.; Cornforth, D.; Salunkhe, D. K. Effects of Dehulling on functional properties of Dry Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Flours. **Cereal Chemistry**, v. 59, n. 5, 1982. Disponível em <http://www.aaccnet.org/publications/cc/backissues/1982/Documents/chem59_396.pdf> acesso em: 15 dez. de 2015
- DEMIATE, I. M.; KOTOVICZ, V. **Amido de mandioca na indústria Brasileira de Alimentos**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, vol. 31, nº2, pág. 388-397, 2011. Disponível em: -
http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612011000200017 acesso em 14 set. 2016

- FERREIRA, A. B. **SISTEMA DE CULTIVO DO CARÁ *DIOSCOREA SPP.* POR PEQUENOS AGRICULTORES DA BAIXADA CUIABANA-MT.** Júlio Mesquita Filho-UNESP, Botucatu-SP, 2011. Disponível em: [/1http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/93493/ferreira_ab_me_botfca.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/93493/ferreira_ab_me_botfca.pdf?sequence=1&isAllowed=y) acesso em: 14 set. 2016
- FRENCH, D. Chemical and physical properties of starch. **Journal of Animal Sciene**, vol. 37, n°4, pág. 1048-1061, 1973.
- FRENCH, D. Organization of starch granules. **Starch: Chemistry and Technology**, Academic Press, 2°ed., pág. 183-247, London, 1984
- HEREDIA Z., N. A.; VIEIRA, M. C.; MINUZZI, A. **Produção de Cará (*Dioscorea Sp.*) em Diferentes Densidades de Plantio.** Cienc. Agrotec. Editora UFLA. pág 337. Dourados-MS, 2000. Disponível em: <http://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/2991/3034> acesso em: 15 set. 2016
- HEREDIA Z., N. A.; VIEIRA, M. C. Produção de Dois Clones de Cará *Dioscorea sp.* Considerando Três Populações, em Dourados-MS. **SOBInforma**, v. 13, n°2, pag.24-26, Paraná, 1994.
- HEREDIA Z., N. A.; VIEIRA, M. C.; ORTIZ, A. C. S. Produção de Clones de Cará em função de tipos de mudas. **SOBInforma**, v. 17, n°1, pág.16-17. Rio de Janeiro, 1998. Disponíveis em: <http://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/2991/3034> acesso em: 19 nov. 2016
- LAWAL, O. S. Composition, physicochemical properties and degradation characteristics of native, oxidized, acetylated and acid-thinned new cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium*) starch. **Food Chemistry**, v.87, p.

205-218, 2004. Disponível em:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814603006162>
acesso em: 17 nov. 2016.

- LEACH, H.W.; McCOWEN, L.D.; SCHOCH, T.J. Structure of the starch granule. I. Swelling and solubility patterns of various starches. **Cereal Chemistry**, v. 36, n. 6, p. 534-544, 1959.
- LIMA, R. R. O.; SILVA JUNIOR, N.P.; DE SÁ, F. M.P. Propriedades Funcionais do Amido do Feijão Andú (*Cajanus CajanL.*) Nativo e Modificado por Acetilação.
- MARTINS, M. C.; FERREIRA, A.M.V.; NASCIMENTO, L. A.; AIRES, J. S.; ALMEIDA, P. C. de; XIMENES, L. B. Influência de uma estratégia educativa na promoção do uso de alimentos regionais. **Revista RENE**, UFC. Pag. 243, Ceará, 2015 Disponível em: <http://www.periodicos.ufc.br/index.php/rene/article/view/2718/2102> acesso em: 16/09/2016
- MUCCILLO, R. C. S. T. Caracterização e avaliação de Amido Nativo e Modificado de Pinhão Mediante Provas Funcionais e Térmicas. **Lume-UFRS**, Porto Alegre -RS, 2009. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/18598> acesso em: 17 nov. 2016.
- MENDES, M. L. M.; BORA, P. S.; RIBEIRO; A. P. L. Propriedades morfológicas e funcionais e outras características da pasta do amido nativo e oxidado da amêndoa do caroço de manga (*Mangifera indica L.*), variedade Tommy Atkins. **Instituto Adolfo Lutz**, 71(1), 76-84. São Paulo, 2012. Disponível em: <http://revistas.bvs-vet.org.br/rialutz/article/view/5351> acesso em: 14 set. 2012

- OKEZIE, B.; BELLO, A. B. Physicochemical and functional properties of winged beans flour and isolated compares with soy isolated. **Journal of Food Scienc.**, v. 53, p. 450, 1998.
- OLIVEIRA, A. P.; FREITAS NETO, P. A.; SANTOS, E. S. Qualidade do inhame da Costa em função das épocas de colheita e da Adubação orgânica. **Horticultura Brasileira**, vol. 20, nº1. Brasília-DF, 2002.
- PARAIBA. OLIVEIRA A.P. Nutrição e época de colheita do inhame (*Dioscorea sp*) e seus reflexos na produção e qualidade de rizóforos. In: **Simpósio Nacional sobre as Culturas do Inhame e Taro**, EMEPA-PB 1 vol. 2. pág. 83-98. Anais... João Pessoa, PB,2002.
- SANTOS E., S., FILHO J., C.; LACERDA J., T.; CARVALHO R., A. Inhame (*dioscorea sp.*) Tecnologia de Produção e Preservação Ambiental. **Tecnol. & Ciên. Agropec.** Vol 1. Nº1, pg 36, João Pessoa, 2007.
- SANTOS, E. S.; CAZÉ FILHO, J.; LACERDA, J.T. DE; CARVALHO, R. A. FONTÉLLI, I. S. C.; SILVA, J. B.; BARBOSA, M. M.; CASSIMIRO, C. M. **Inhame e Preservação Ambiental**. EMBRAPA, EMEPA, pág.6. João Pessoa-PB, 2006
- SANTOS, E. S. **Inhame (*Dioscorea spp.*) aspectos básicos da cultura**. EMEPA-PB, SEBRAE, pág158. João Pessoa-PB, 1996
- PARAIBA. SANTOS, E. S. Manejo sustentável da cultura do inhame (*Dioscorea sp*) no nordeste do Brasil. In **Simpósio Nacional Sobre as Culturas de Inhame e Taro**, EMEPA-PB, pág181-195. João Pessoa-PB, 2002. Disponível em: http://gestaounificada.pb.gov.br/emepa/publicacoes/revista-tca-emepa/edicoes/volume-01-2007/volume-1-numero-1-setembro-2007/tca06_inhame_prod.pdf visitado 19/09/2016

- SATHE, S. K.; SALUNKHE, D. K. Isolation, Partial Characterization and modification of the Great Northern Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) **Journal of Food Science**, vol. 46, p. 617-621, 1981.
- SILVA, E. R.; BARROS, D. R.; KINUPP, V. F.; ALFAIA, S. S.; ALVES, M. I. C.; COIMBRA, A.B. Isoporização em Cará (*Dioscorea Altissima* Lam.). **Cadernos de Agroecologia**, vol. 10, nº 3, Amazonas, 2016. Disponível em: <http://aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/17960/11816> visitado 17/09/2016
- SANTOS, T. P. R. Efeito de modificação física sobre as propriedades de raízes das tuberosas. **Júlio de Mesquita Filho-UNESP**, São Paulo, 2016. Disponível em: <http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq1416.pdf> visitado 15/09/2016
- PEIXOTO NETO, P. A. S.; CAETANO, L. C.; LOPES FILHO, J. **Inhame: o Nordeste Fértil**. EDUFAL, pág. 88, Pernambuco, 2000
- PEREIRA K. D. Amido resistente, a última geração no controle de energia e digestão saudável. **Ciências e Tecnologia**, vol. 27, Campinas-SP, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cta/v27s1/a16v27s1.pdf> visitado 17/09/2016
- PEREIRA, L. D. Caracterização do amido nativo e modificação química do amido da fruta-de-lobo (*solanum lycocarpum*) com tripolifosfato de sódio **UEG**, Goiás, 2011 disponível em: http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/138153/santos_tpr_dr_bot.pdf?sequence=3&isAllowed=y

