

QUÍMICA DOS CARBOIDRATOS – DA MOLÉCULA AO MERCADO.

Luciano Martins Figueira

DRE: 118160530

RESUMO

O presente trabalho visa apresentar em primeira mão uma introdução a química dos carboidratos abordando toda sua parte molecular. Neste primeiro plano serão introduzidos temas como os monossacarídeos e polissacarídeos, carboidratos como moléculas informativas e as principais moléculas presentes. Após tais tópicos será externado a presença de tais moléculas no âmbito econômico e como elas influenciam o mercado nacional. Para tal trabalho será utilizado a referência do livro *Princípios da Bioquímica, Lehninger, 6Ed.* Para os dados econômicos serão retirados do portal COMEXSAT e IBGE.

Palavras-chave: Carboidratos. Monossacarídeos. Bioquímica.

1 INTRODUÇÃO

Os carboidratos são poli-hidroxialdeídos ou poli-hidroxicetonas, em suma, substâncias que produzem compostos quando hidrolisados. Eles são as biomoléculas mais abundantes da Terra, presentes em açúcares e amidos, são ponto chave em diversas dietas no mundo. Existem três classes principais dos carboidratos, entre elas, os monossacarídeos, os dissacarídeos e polissacarídeos, onde o radical “sacarídeos” deriva do grego que significa “açúcar”. Os mesmos se fazem fundamentais não só na bioquímica mas em diversos ramos industriais e econômicos, é o fator de vários produtos agrícolas e tem-se fundamental para o comércio desde a produção de tecidos a produção de combustíveis.

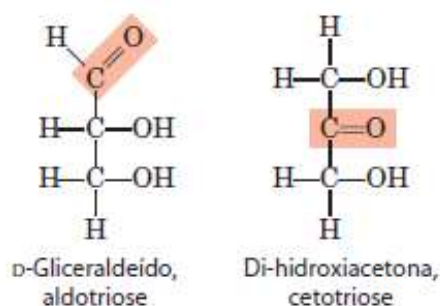
2 MONOSSACARÍDEOS, DISSACARÍDEOS E POLISSACARÍDEOS

2.1 MONOSSACARÍDEOS E DISSACARÍDEOS

São os mais simples dos carboidratos, podem ser chamados de açúcares simples, onde se constituem por uma única unidade de poli-hidroxicetona ou poli-hidroxialdeído. O monossacarídeo com maior presente na natureza é o açúcar chamado de dextrose, formado por 6 carbonos D-glicose. Os monossacarídeos bastante presentes também são a glicose e a frutose, onde os mesmos estão em ligação em diversos processos bioquímicos da natureza.

Uma das características dos monossacarídeos é ser sólidos cristalinos e incolores solúveis em água, porém os mesmos são insolúveis em solventes apolares. Geralmente os monossacarídeos mais comuns tem como esqueleto cadeias de carbono não ramificadas, onde se faz presente mais ligações simples e com cadeias abertas, porém se os mesmos estiverem em solução aquosa, apresentarão estruturas cíclicas. Os monossacarídeos mais simples são as duas trioses de três carbonos: gliceraldeídos (aldotrioses) e di-hidroxiacetonas (centotrioses). Os mesmos estão presentes na Figura 1.

Figura 1 - Duas trioses,
uma aldose e uma cetose. O grupo carbonil em cada molécula está sombreado



Fonte: Princípios da Bioquímica, Lehninger, 6Ed

Todos os monossacarídeos, com exceção da di-hidroxiacetona, contêm um ou mais átomos de carbono assimétricos (quirais). Um dos dois enantiômeros do gliceraldeído é, por convenção, designado isômero D, e o outro é isômero L. Geralmente para representar as estruturas dos açúcares no papel utiliza-se as fórmulas de projeção de Fischer. Contudo, caso seja uma estrutura cíclicas dos açúcares, são representadas mais corretamente pelas fórmulas em perspectiva de Haworth.

Os monossacarídeos são agentes redutores, podendo ser facilmente oxidados por agentes comuns, como o íon cúprico. A glicose e outros açúcares que são capazes de reduzir o íon cúprico são chamados de açúcares redutores.

Os dissacarídeos são formados por dois monossacarídeos, os mais conhecidos são: a sacarose, maltose e lactose.

2.1.1 GLICOSE

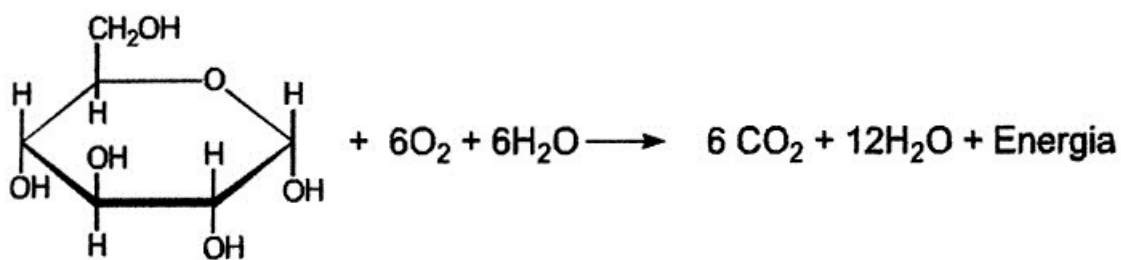
A glicose, como já mencionada acima, pertence ao grupo dos monossacarídeos, sendo assim, um carboidrato mais simples. Ela tem um papel fundamental no metabolismo energético celular, tanto no processo de respiração aeróbio quanto anaeróbio das mesmas. A função da glicose em boa parte é fornecer energia aos organismos vivos para o funcionamento correto de células e sistemas vitais do organismo.

Nos humanos a molécula se faz presente no sangue, e dependendo do seu nível pode implicar em problemas, como a hiperglicemia ou tendo uma alta da molécula pode indicar um estado de diabetes. Sendo assim, a insulina presente no organismo não se faz suficiente ou não é utilizada de forma plena, fazendo a pessoa optar por meios externos para a obtenção.

Além disso, a glicose também pode ser encontrada armazenada em um arranjo mais complexo, no tecido hepático, com função de estoque, que é degradada e liberada no sangue em momentos de jejum, a fim de manter a homeostase da glicemia em organismos vivos.

No processo de produção de energia através da respiração celular temos a glicose sendo degradada, a fim de produzir energia para célula. A equação que resume tal processo bioquímica é apresentada na Equação 1.

Equação 1 – Equação principal da respiração celular



Fonte: Princípios da Bioquímica, Lehninger, 6Ed

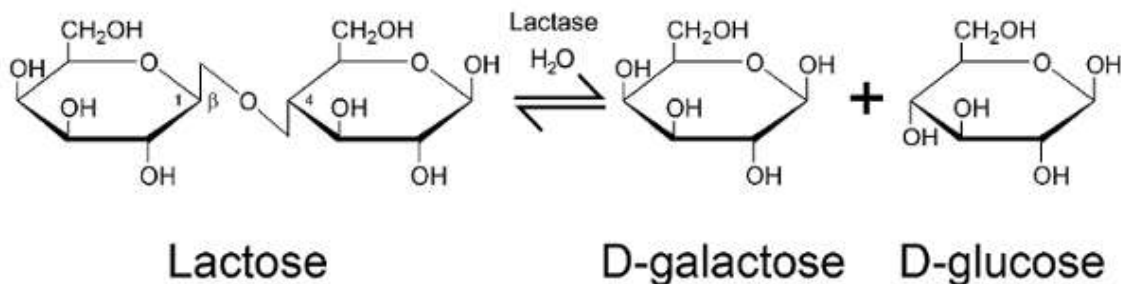
2.1.2 LACTOSE

É o dissacarídeo presente no leite e seus derivados, composta por dois monossacarídeos, a glicose e a galactose. Tal molécula é produzida nas glândulas mamárias dos mamíferas. O açúcar é digerido no organismo humano através da enzima chamada lactase, responsável pela quebra da lactose em glicose, quando não ocorre esse processo pode-se ter um quadro de intolerância à lactose.

Uma pessoa quando ingere a lactose e a mesma não é digerida corretamente pode acarretar sintomas como diarreia, flatulência, dores de barriga. A intolerância pode surgir através da genética ou em decorrência de outras situações, como por exemplo, infecções intestinais.

Abaixo, na Equação 2, mostra o processo da quebra da lactose em glicose e galactose utilizando o catalisador da lactase.

Equação 2 - Hidrolise da Lactose



FONTE: <https://www.jove.com/t/54377?language=Portuguese>

2.1.3 APANHADO GERAL

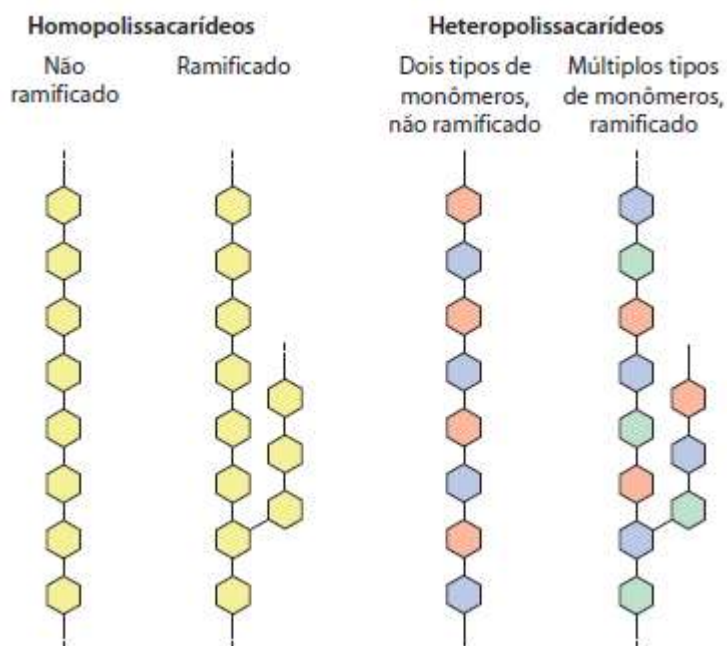
Sendo assim podemos definir algumas coisas para finalizar o tópico: Os açúcares são compostos que contêm um grupo aldeído ou cetona e dois ou mais grupos de hidroxila. Os monossacarídeos geralmente contêm carbonos quirais, possibilitando formas estereoquímicas. Podemos destacar duas moléculas como exemplos de mono e dissacarídeos, são elas: glicose e lactose.

2.2 POLISSACARÍDEOS

Os polissacarídeos também chamados de glicanos, se diferem uns dos outros na questão de monossacarídeos repetidos e suas estruturas, no comprimento da cadeia, nos tipos de ligações unindo as unidades e no grau de ramificação. Com isso há diferentes termos para tais grupos, são eles: homopolissacarídeos que contêm somente uma única

espécie monomérica; os heteropolissacarídeos que contêm dois ou mais tipos diferentes. Um exemplo dessa diferença é representado na Figura 2.

Figura 2 - Homo e heteropolissacarídeos



Fonte: Princípios da Bioquímica, Lehninger, 6Ed

Um exemplo de homopolissacarídeos é o **amido** e o glicogênio, eles como alguns de seu grupo servem como forma de armazenamento para monossacarídeos utilizados como combustíveis. A celulose e a quitina, também do mesmo grupo, atuam como elementos estruturais em paredes celulares de plantas e em exoesqueletos de animais.

No caso dos heteropolissacarídeos fornecem suporte extracelular para organismos de todos os reinos. A camada rígida do envelope bacteriano é parcialmente composta por um heteropolissacarídeo, além disso, no tecido dos animais há também a presença deles, nos espaços extracelulares.

2.2.1 HOMOPOLISSACARÍDEOS E O COMBUSTÍVEL PARA A VIDA

Os polissacarídeos tem uma função importante no quesito da vida animal, participam da estocagem de energia. Mais especificamente, os homopolissacarídeos com o amido, em células vegetais, e o glicogênio, em células animais. Por conta do alto número de hidroxilas presentes nessas moléculas, eles são altamente hidratados e que possibilita a formação de ligações de hidrogênio com a água.

2.2.2 HOMOPOLISSACARÍDEOS E SUAS FUNÇÕES ESTRUTURAIS

A celulose se faz presente na parede celular das plantas, em especial nos caules, troncos e nas partes amadeiradas do corpo das plantas, a mesma, constitui boa parte da massa da madeira e quase a totalidade da massa do algodão. A celulose também se faz presente em alguns produtos do dia-a-dia como o papelão e em materiais para isolamento, além disso, é um dos principais componentes dos tecidos de algodão e linho. A mesma também é a matéria-prima para a produção comercial de celofane e seda artificial.

O glicogênio e o amido são facilmente digeridos em nossas dietas na hidrólise por meio das enzimas presentes na saliva e no intestino, porém a maioria dos animais vertebrados não conseguem utilizar a celulose como fonte de combustível, pois carecem de uma enzima que hidrolise as ligações. Porém há uma exceção importante, os animais

ruminantes, tais como gado, ovelhas e cabras, carregam no rúmen microrganismos simbióticos que conseguem hidrolisar a celulose, permitindo que estes animais degradem a celulose das gramíneas, mas não de plantas arbustivas.

A biomassa é rica em celulose e pode ser utilizada como matéria-prima para a fermentação de carboidratos a etanol, para ser utilizado com um aditivo na gasolina. A produção de biomassa anual na Terra (realizada principalmente pelos organismos fotossintéticos) é o equivalente energético de aproximadamente um trilhão de barris de petróleo, quando convertida a etanol por meio da fermentação.

3 OS CARBOIDRATOS E SEU IMPACTO ECONÔMICO

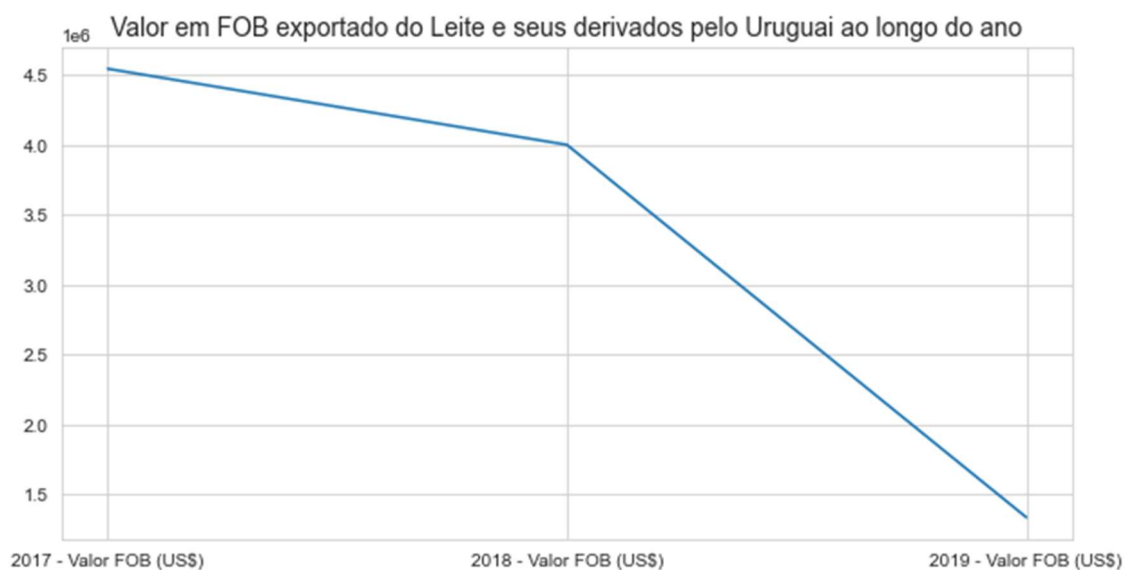
3.1 O CARBOIDRATO PRESENTE NOS PRODUTOS BRASILEIROS

Essas moléculas como apresentado estão presentes desde o ramo da agricultura, na presença no leite (lactose) até no setor energético (biomassa / etanol), sendo assim, além de ser um tópico bioquímico importante os carboidratos tem uma grande presença na importação e exportação nos produtos brasileiros, impacto na agricultura e no setor de combustíveis.

3.1.1 O LEITE E SEU IMPACTO NACIONAL

É notório a importância do leite não só em seu valor nutricional, mas também econômico, como visto, o mesmo há presente a molécula da lactase. Segundo os dados obtidos através do IBGE/SIDRA no Brasil em seu terceiro trimestre do ano de 2020 a quantidade total de leite cru, resfriado ou não, adquirido foi de 6.447.548 mil litros, onde boa parte deste número se destaca os estados de Minas Gerais (1.620.089 mil litros), Paraná (946.437 mil litros) e Rio Grande do Sul (890.607 mil litros).

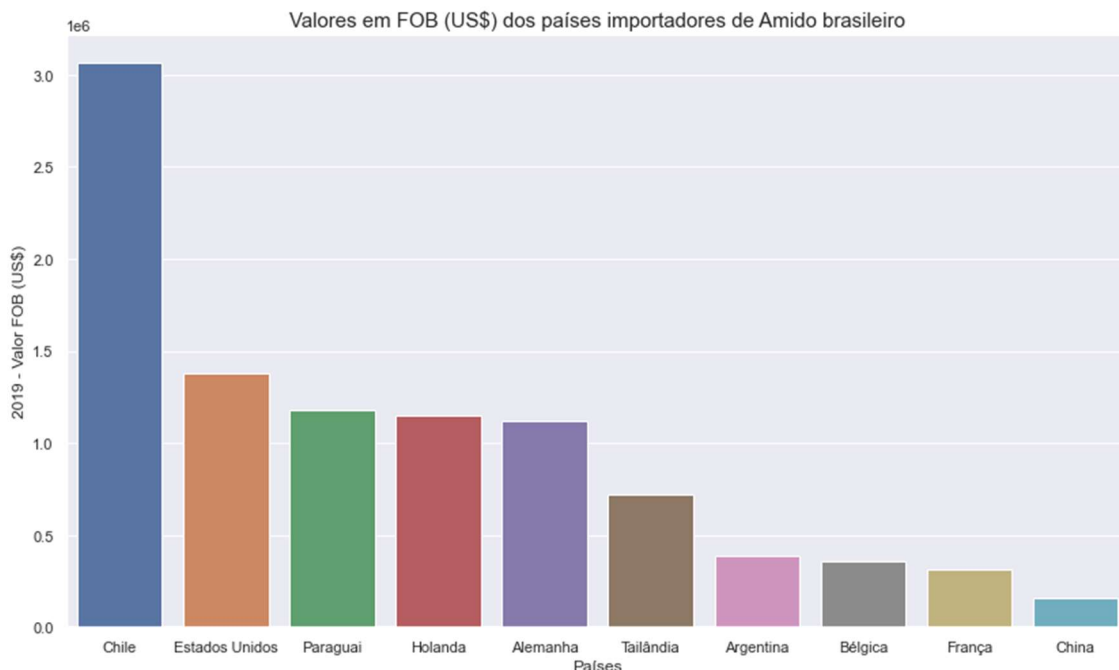
Através de dados retirados pelo site *Comex Stat*, o valor FOB de 2019 para os produtos classificados como “Leite e nata, não concentrados nem adicionados de açúcar ou de outros edulcorantes” teve um valor de US\$ 73656 para exportação para o Uruguai, principal importador do produto brasileiro. Além da classificação acima o país também importados produtos derivados classificados como “Leitelho, leite e nata coalhados, iogurte, kefir e outros leites e natas fermentados ou acidificados, mesmo concentrados ou adicionados de açúcar ou de outros edulcorantes, ou aromatizados ou adicionados de frutas ou de cacau”. Os dados referentes a transição são apresentados no Gráfico 1 abaixo.



3.1.2 O AMIDO E SUA FORÇA INTERNACIONALMENTE

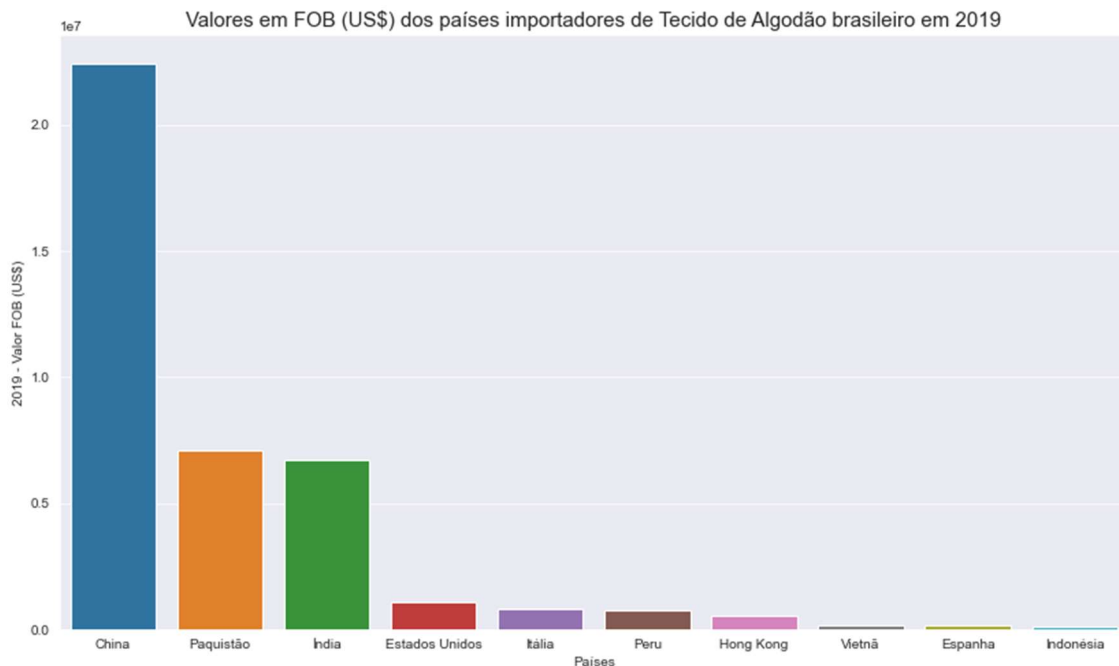
Diferente do leite que há apenas um grande importador do produto brasileiro, o Amido há uma gama de importadores, são ao todo 26 países que importam entre eles Estados Unidos, China e Alemanha. O país que tem maior força nessa balança em 2019 foi o Chile com o total do Valor FOB de US\$ 3064817, cerca de 1229950 Quilogramas Líquido, em seguida vem os Estados Unidos (US\$ 1376367) e o Paraguai (US\$ 1179974).

O produto está classificado no *Comex Stat* como “Amidos e féculas; inulina”, sendo assim ele abrange outros produtos como Amido de Trigo, Amido de Milho, Fécula de Mandioca e outros. O Gráfico 2 mostra os 10 principais países importadores do produto no período de 2019.



3.1.3 CARBOIDRATOS NA INDÚSTRIA TEXTIL

Além dos próprios produtos agrícolas advindos do plantio ou dos animais, há também os produtos da indústria de tecidos. Entre eles há a exportação dos Fios de Linho onde o principal importador é a China com o valor de US\$1839291 no ano de 2019. Em contrapartida, na exportação do algodão temos poucos agentes compradores da matéria-prima, em destaque os Estados Unidos com valor FOB de US\$ 2123997 e em seguida o Egito com US\$ 556908, ambos valores referentes a 2019. Além da matéria-prima há a exportação do algodão já em forma de tecido, onde o maior importador é a China com US\$ 22440086 no ano de 2019 em seguida do Paquistão com US\$ 7081626. O Gráfico 4 representa os principais compradores do tecido de algodão.



3.1.4 O ETANOL E O BIOCOMBUSTÍVEL NO BRASIL

Segundo os dados da ANP, atualmente temos 362 instalações produtoras de Etanol e 49 instalações produtoras de Biodiesel, onde na parte do Etanol, boa parte se concentra no interior de São Paulo e na costa do Nordeste, passando por Sergipe até o Rio Grande do Norte. Desde 1976 é obrigado por lei a misturar etanol anidro à gasolina, podendo variar a porcentagem com o período histórico. Com a crise do petróleo o etanol foi uma ótima saída para o Brasil, através do Programa Nacional do Alcool, se tornando uma potência no assunto de biocombustíveis e energia verde.

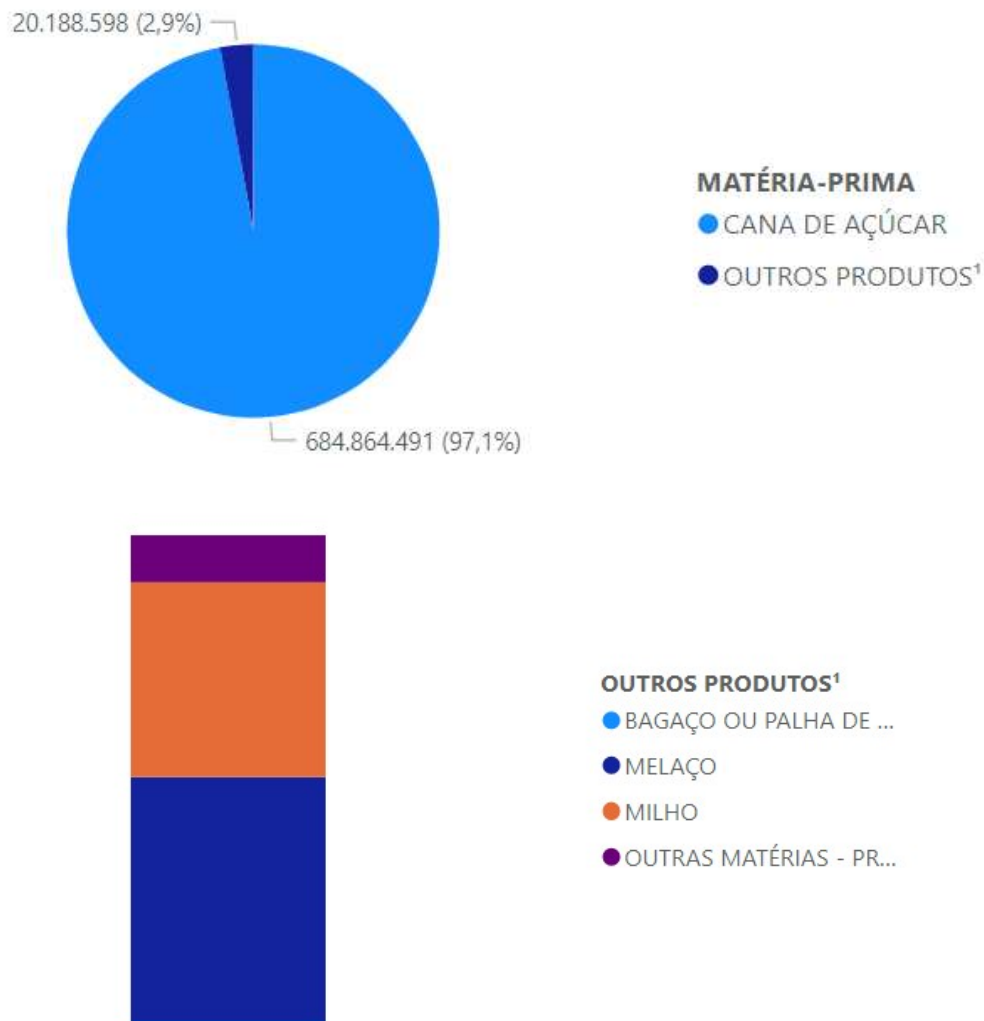
O carboidrato entra nessa história justamente por estar presente nas diferentes matérias primas para obtenção do etanol e do biocombustível, seja pela cana de açúcar ou nas misturas da utilização do milho ou bagaço, o carboidrato se faz presente justamente na celulose.

Através dos dados divulgados pela ANP o Etanol teve mais de 35 milhões de metros cúbicos produzidos só em 2019, em 2019 o valor foi mais que 33 milhões de metros cúbicos e no ano de 2017 foi de mais de 28 milhões. O Gráfico 5 mostra tal evolução

Evolução da Produção de Etanol do Período de 2017 a 2019



Boa parte desta produção concentra-se no Sudeste, mais específico em São Paulo, com cerca de 2 Milhões de metros cúbicos produzidos, em seguida vem o Centro Oeste do Brasil com Goiás com cerca de 618 mil metros cúbicos. A matéria prima em boa parte é a cana de açúcar (cerca de 97%), porém alguns produtores utilizam outros produtos como bagaço ou palha de cana, melaço e o milho. Tal distribuição é apresentada no Gráfico 6 e 7.



4 CONCLUSÃO

A partir do trabalho apresenta-se que os carboidratos e suas ramificações tem impactos diversos, desde a funcionalidade básica de energia dos animais e plantas até nos setores chave da economia. O carboidrato como celulose tem como um micro impacto a suas funcionalidades das plantas, porém numa escala macro, se faz presente até na produção da cana de açúcar que dará origem ao etanol, movimentando a indústria automotiva de combustíveis. A lactose nasce como simples componente do leite, porém seus derivados movimentam milhões de dólares para o mercado externo além de só em Minas Gerais ter uma produção de 1.620.089 mil litros de leite cru. Em suma os carboidratos não são apenas biomoléculas que auxiliam na energia do corpo humano, animais e plantas, mas também fazem parte de uma intensa cadeia produtiva da indústria e de produtos no mundo todo.

5 REFERÊNCIAS

LEHNINGER, T. M., NELSON, D. L. & COX, M. M. Princípios de Bioquímica. 6ª Edição, 2014. Ed.
 DADOS SOBRE O LEITE, <https://sidra.ibge.gov.br/home/leite/brasil> (acesso em 22/12/2020)

DADOS SOBRE ETANOL, <https://www.gov.br/anp/pt-br/centrais-de-conteudo/paineis-dinamicos-da-anp/paineis-e-mapa-dinamicos-de-produtores-de-combustiveis-e-derivados/painel-dinamico-de-produtores-de-etanol> (acesso em 22/12/2020)

DADOS COMÉRCIO EXTERIOR, <http://comexstat.mdic.gov.br/pt/home> (acesso em 22/12/2020)