

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE DA CRIANÇA E DO
ADOLESCENTE

**AVALIAÇÃO DA COORDENAÇÃO
SUCÇÃO/DEGLUTIÇÃO/RESPIRAÇÃO ATRAVÉS DA AUSCULTA
CERVICAL DIGITAL EM RECÉM-NASCIDOS PRÉ-TERMO E A
TERMO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CAROLINE SILVEIRA DA SILVA

Porto Alegre, Brasil

2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE DA CRIANÇA E DO
ADOLESCENTE

**AVALIAÇÃO DA COORDENAÇÃO
SUCÇÃO/DEGLUTIÇÃO/RESPIRAÇÃO ATRAVÉS DA AUSCULTA
CERVICAL DIGITAL EM RECÉM-NASCIDOS PRÉ-TERMO E A
TERMO**

CAROLINE SILVEIRA DA SILVA

Orientadora: Prof^a Dra. Helena A. S. Goldani

A apresentação desta dissertação é exigência do Programa de Pós- Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente, da Universidade Federal do Rio Grande do sul, para obtenção do título de Mestre.

Porto Alegre, Brasil

2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE DA CRIANÇA E DO
ADOLESCENTE

ESTA DISSERTAÇÃO FOI DEFENDIDA PUBLICAMENTE EM:

30/09/2013

E, FOI AVALIADA PELA BANCA EXAMINADORA COMPOSTA POR:

Prof. Dr. Manuel Antonio Ruttkay Pereira

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dra. Deborah Salle Levy

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Profº Dr. Rudimar dos Santos Riesgo

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

CIP - Catalogação na Publicação

Silveira da Silva, Caroline
Avaliação da Coordenação Sucção/ Deglutição/
Respiração através da Ausculta Cervical Digital em
recém-nascidos pré-termo e a termo / Caroline
Silveira da Silva. -- 2013.
102 f.

Orientadora: Helena Ayako Sueno Goldani.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Programa
de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente,
Porto Alegre, BR-RS, 2013.

1. Ausculta Cervical. 2. Recém-nascidos. 3.
Coordenação Sucção/ Deglutição/ Respiração. 4.
Aleitamento Materno. I. Ayako Sueno Goldani, Helena,
orient. II. Título.

Dedico este trabalho a minha irmã, Jéssica, por ser minha inspiração para desbravar a Fonoaudiologia.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida e por me possibilitar viver e aprender.

À minha orientadora, Profa. Dra Helena Goldani, pelo suporte, paciência e pelas palavras de incentivo em todos os momentos.

À Fga Sheila Tamanini, sempre disponível, com ideias que enriqueceram tanto este trabalho.

Ao Prof. Dr. Mauro Bohrer e toda equipe da UTI Neonatal do Hospital Fêmina, por serem tão receptivos e colaborativos.

Aos bolsistas de Iniciação Científica, Natália, Luis Fernando e Carolina pelo auxílio fundamental.

Ao meu noivo Maicol por estar sempre ao meu lado.

Aos meus pais, sem os quais nada disso seria possível.

Ao CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do adolescente.

Imagine uma nova história para sua vida e acredite nela.

Paulo Coelho

RESUMO

Introdução: Recém-nascidos a termo nascem com a habilidade de coordenar as funções de sucção- deglutição- respiração. Recém-nascidos pré-termo não apresentam essa habilidade, conseqüentemente, necessitam de alimentação por sonda e podem apresentar dificuldade na transição da alimentação por sonda para via oral. O objetivo desse estudo foi comparar o padrão de coordenação sucção-deglutição-respiração de recém-nascidos a termo em aleitamento materno exclusivo e recém-nascidos pré-termo na transição da alimentação por sonda para a via oral com mamadeira. **Métodos:** Foram avaliados 64 recém-nascidos (32 recém-nascidos pré-termo e 32 recém-nascidos a termo) internados na UTI Neonatal e Alojamento Conjunto do Hospital Fêmina de Porto Alegre. Os recém-nascidos a termo foram avaliados durante as primeiras 48 horas de vida e os recém-nascidos pré-termo foram avaliados no início da alimentação por via oral após período de alimentação por sonda orogástrica. O equipamento utilizado na ausculta cervical digital era composto por um detector acústico e por um pré-amplificador com filtro conectados a um computador Coreo 2 Duo. O microfone foi fixado com fita adesiva no pescoço do recém-nascido para captar os sinais da sucção/deglutição durante a alimentação. Três sinais de 30 segundos foram obtidos de cada RN e uma média foi obtida para os seguintes parâmetros: total de “suck-swallow signal” (SSS); duração total dos SSS; total de pausas para respirar >2,5 segundos; duração total das pausas. Os dados dos sinais dos sons da deglutição gravados foram analisados visual e auditivamente pelo Software Raven versão 1.1 **Resultados:** Os resultados mostraram que houve diferença estatisticamente significativa para o parâmetro “duração total dos SSS”, mostrando que o tempo envolvido na sucção/deglutição é maior para os recém-nascidos pré-termo. Em relação ao parâmetro “duração total das pausas”, observou-se um tempo maior para os recém-nascidos a termo. O parâmetro “número de pausas” que indica a quantidade de

momentos que o recém-nascido apresenta pausa para respirar durante a mamada no período de gravação também foi significativamente maior para os recém-nascidos a termo em comparação aos recém-nascidos pré-termo. **Conclusão:** Demonstramos que a ausculta cervical digital é um exame de fácil execução e minimamente invasivo na avaliação da coordenação sucção-deglutição-respiração em recém-nascidos a termo e pré-termo. Os recém-nascidos a termo com aleitamento materno durante os primeiros dias de vida apresentaram pausas para respirar mais prolongadas durante o processo de sucção-deglutição-respiração em comparação aos recém-nascidos pré-termo. Isso pode refletir o estágio do desenvolvimento do padrão de maturidade de processo de deglutição

Palavras-chave

Ausculta Cervical, Recém-nascidos, Coordenação Sucção-Deglutição-Respiração

ABSTRACT

Background: Fullterm newborn are born with the ability to coordinate the functions of sucking, swallowing and breathing. Preterm infants may not have this ability, therefore, may require tube feeding and may have difficulty in the transition from tube feeding to oral feeding. The aim of this study was to compare the coordination pattern of suck, swallow and breathing in fullterm newborn exclusively breastfed and preterm newborn at the transition from tube feeding to oral bottle feeding . Methods: 64 newborn (32 preterm and 32 fullterm) admitted to the Neonatal Intensive Care Unit and Rooming-in of Femina Hospital of Porto Alegre. Fullterms were evaluated during the first 48 hours of life and preterms were assessed at the beginning of oral feeding after feeding period by orogastric tube. The equipment used in digital cervical auscultation included an acoustic detector and a preamplifier with filter connected to a computer 2 Duo Core. The microphone was fixed with tape on the neck of the newborn to capture the signals of suck / swallow during feeding. Three signals of 30 seconds were obtained from each newborn and an average was obtained for the following parameters: total number of "suck-swallow signal" (SSS); total duration of the SSS; total number of pauses > 2.5 seconds and total duration of pauses and . Signs of swallowing sounds recorded were analyzed visually and audibly by Raven Software version 1.1 Results: The results showed statistically significant differences for the parameter "total duration of the SSS," showing that the time involved in suction / swallowing is greater for preterms. As for the parameter "total duration of pauses," there was more time spent by fullterms. The parameter "number of pauses" that indicates the amount of times that newborn have respiratory pause during feeding in the recording period was also significantly higher for fullterms when compared with preterms. Conclusion: We demonstrated that digital cervical auscultation is a

minimally invasive, feasible, and easy-to-perform tool for evaluation of suck-swallow-breathing coordination in newborn. The fullterm infants with breastfeeding within the first days of life had prolonged respiratory pauses during the process of sucking, swallowing and breathing compared to preterms. This may reflect the stage of development of the natural maturity process of swallowing

Keywords

Cervical auscultation, Newborn, Coordination sucking-swallowing-breathing

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1.** Fases da sucção nutritiva durante alimentação
- Figura 2.** Movimento peristáltico da língua durante aleitamento natural
- Figura 3.** Sucção em mamadeira: ápice de língua rebaixado e dorso elevado
- Figura 4.** Esquema da passagem do bolo alimentar durante a deglutição
- Figura 5.** Conteúdo espectral
- Figura 6.** Equipamento de ausculta cervical digital
- Figura 7.** Microfone
- Figura 8.** Local de fixação do microfone nos RN
- Figura 9.** : Recém-nascido pré-termo em avaliação na incubadora
- Figura 10.** Esquema dos parâmetros visualizados na ACD
- Figura 11.** Padrão de coordenação SDR de um RNAT, em aleitamento materno
- Figura 12.** Padrão de coordenação SDR de um RNPT, em uso de mamadeira

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características do padrão de sucção de RN.

Tabela 2. Caracterização dos dois grupos amostrais

Tabela 3. Parâmetros avaliados através da ACD nos dois grupos

LISTA DE ABREVIATURAS

RN	Recém-nascido
RNAT	Recém-nascido a termo
RNPT	Recém-nascido pré-termo
ACD	Ausculata Cervical Digital
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
SDR	Sucção-deglutição-respiração
SSS	“Suck- swallow Signal”
DSI	Discretos sons iniciais
DSF	Discretos sons finais
SP	Sinal principal
RE	Retorno expiratório
GHC	Grupo Hospitalar Conceição

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1 EMBRIOGÊNESE E DESENVOLVIMENTO MOTOR ORAL	17
2.2 FISIOLOGIA DA SUCÇÃO NUTRITIVA X NÃO NUTRITIVA	21
2.2.1 Sucção no seio materno X Sucção na mamadeira	25
2.3 FISIOLOGIA E CARACTERÍSTICAS DA DEGLUTIÇÃO	30
2.3.1 Deglutição em Recém-nascidos.....	33
2.4 COORDENAÇÃO SUCÇÃO X DEGLUTIÇÃO X RESPIRAÇÃO EM RECÉM NASCIDOS	36
2.5 AUSCULTA CERVICAL DIGITAL	40
3 JUSTIFICATIVA	45
3.1 HIPÓTESE.....	46
4 OBJETIVOS	47
4.1 OBJETIVO GERAL	47
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	47
5 CASUÍSTICA E MÉTODOS	48
5.1 DELINEAMENTO	48
5.2 POPULAÇÃO EM ESTUDO	49

5.2.1 Critérios de Inclusão	49
5.2.2 Critérios de Exclusão	49
5.3 EQUIPAMENTO	50
5.4 PROCESSO DE SELEÇÃO E PROCEDIMENTO	52
5.4.1 Técnica da Ausculta Cervical Digital	53
5.4.2 Parâmetros da Ausculta Cervical Digital	55
5.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	57
5.6 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA	58
6 RESULTADOS	59
7 DISCUSSÃO	63
8 CONCLUSÃO	69
REFERÊNCIAS	70
ANEXOS	78
Anexo 1 Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	78
Anexo 2 Artigo Original em Inglês	80

1. INTRODUÇÃO

A função oral em recém-nascidos requer uma precisa coordenação entre a sucção-deglutição-respiração (SDR) para garantir a eficiência e segurança da alimentação (FUCILE *et al.*, 2011).

O recém-nascido a termo já nasce com a capacidade de sucção espontânea e com a competência para sugar e deglutir com eficiência, coordenando com períodos de respiração. (GEWOLB e VICE, 2006).

A deglutição do recém-nascido pré-termo não está coordenada bem coordenada entre 32 e 36 semanas de idade gestacional (MATTHEWS, 1994; MCCAIN *et al.*, 2001). Os reflexos orais podem estar imaturos ou até mesmo ausentes, tornando difícil ou impossibilitando essa coordenação de funções (COSTA *et al.*, 2007; YAMAMOTO, 2009)

A incoordenação destas funções impossibilitam, muitas vezes, a alimentação por via oral ou tornam a transição da alimentação por sonda para via oral um período estressante e prolongado. O atraso das aquisições motoras orofaciais, experimentado por estes recém-nascidos, podem influenciar o período de internação, ganho de peso e interação mãe-filho (BOIRON *et al.*, 2007; HARDING, 2009).

A deglutição pode ser avaliada por diversos instrumentos como a eletromiografia, ultrassonografia (WEBER e WOOLRIDGE, 1986; GEDDES *et al.*, 2009), videofluoroscopia da deglutição (HIORN e RIAN, 2006; SILVA-MUNHOZ e BUHLER, 2011), nasofibroscopia (DE PAULA *et al.*, 2002) e a ausculta cervical digital (DA NOBREGA *et al.*, 2004). A técnica da ausculta cervical digital é recente e diversos estudos em adultos já foram desenvolvidos para apresentar a padronização da técnica e suas potencialidades (CHICERO e

MURDOCH, 2002, 2002a; TAKAHASHI, 1994). Alguns estudos foram desenvolvidos em recém-nascidos, com o objetivo principal de captar os sons da deglutição sem alteração e caracterizá-los (VICE *et al.*, 1990, 1995; REYNOLDS, 2002).

Para o registro dos sons, microfones ou acelerômetros são fixados ao pescoço por meio de fita adesiva e conectados a gravadores ou computadores que registram digitalmente o som produzido pela deglutição. Programas de computadores analisam as características dos sons captados, fornecendo dados quantitativos relativos à duração, frequência e intensidade do som.

Em relação à população pediátrica, os estudos de captação dos sons da deglutição utilizaram mais frequentemente um acelerômetro fixado ao pescoço de recém-nascidos que receberam a dieta por mamadeira (VICE *et al.*, 1990; REYNOLDS *et al.*, 2002). Além do som da deglutição ser o principal elemento acústico, discretos sons iniciais (DSI) e finais (DSF) da deglutição revelavam a coordenação do processo de sucção-deglutição-respiração. A partir da correlação da ausculta cervical com “gravações fisiológicas” (por meio de cateter transnasal) foi confirmada a existência dos DSI e DSF assim como de sua relação temporal com a respiração adjacente ao processo de deglutição (REYNOLDS *et al.*, 2002; VICE *et al.*, 1995).

A construção de histogramas individuais para cada recém-nascido avaliado pela ausculta cervical digital pode ser um parâmetro objetivo que corresponde à coordenação da deglutição-respiração e ao nível de coordenação funcional da deglutição do recém-nascido. Esse recurso é importante para verificar o comportamento do padrão de deglutição e para acompanhar o desenvolvimento dessa função. Também pode ser útil para relacionar a etapa de desenvolvimento com a maturidade cerebral com vistas à transição da alimentação por sonda para a alimentação por via oral (DA NOBREGA *et al.*, 2004).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 EMBRIOGÊNESE E DESENVOLVIMENTO MOTOR ORAL

O desenvolvimento embriológico deriva de três camadas de tecido: ectoderma, mesoderma e endoderma. Essas camadas dão origem a todas as estruturas do corpo. A primeira origina a epiderme, os dentes, o sistema nervoso, pelos, cabelos unhas e tecido epitelial; a segunda origina os ossos, músculos, vasos sanguíneos e cartilagens e a última gera o revestimento epitelial de todo o sistema digestivo, com exceção da cobertura da boca e faringe, e sistema respiratório (BAPTISTA & TENÓRIO, 1994; ZEMLIN,2005).

O embrião com cerca de 3 semanas de idade gestacional já apresenta uma “boca primitiva”, denominada estomódio ou sulco oral. O estomódio possui grande importância na vida fetal e pode ser considerado como centro topográfico das estruturas faciais em desenvolvimento (ZEMLIN,2005)

Na quarta semana a membrana bucofaríngea, que anteriormente separava o estomódio do intestino anterior no feto, é absorvida pelo tecido circundante. Então, é estabelecida a comunicação entre essas duas estruturas. Esse acontecimento faz com que a boca primitiva aumente de tamanho e em profundidade. A partir daí, as paredes laterais do intestino anterior diferenciam-se em elevações transversais com depressões entre elas. Essas elevações crescem e encontram-se na linha média formando 6 arcos branquiais. O primeiro arco, ou arco mandibular, é essencial para o desenvolvimento dos maxilares e ao final, dá origem ao lábio inferior, aos músculos da mastigação, a mandíbula, a porção anterior da língua e algumas estruturas da orelha média. O segundo arco, ou arco hioideo, origina a parte superior do corpo

e os cornos menores do osso hioideo, o estribo e os músculos da expressão facial. O terceiro arco dá origem a parte inferior do osso hióide e a porção posterior da língua. O quarto e quinto arco dão origem às cartilagens cricóide e aritenóide e às cartilagens da traquéia.

As partes caudais dos arcos braquiais originam os músculos palatinos e constritores da faringe. Entre a quarta e quinta semana começam a se formar as fossetas nasais. Ainda na 5ª semana, quando os arcos branquiais estão no ápice do seu desenvolvimento externo, a face pode ser dividida em processo frontonasal, processos maxilares, arco mandibular e arco hioideo.

Na sexta semana, o processo nasal medial forma todo o limite cefálico da abertura da boca. Já no final da sexta semana, a fusão entre os processos nasais mediais e maxilares origina o palato primário, separando a cavidade oral da nasal.

Na oitava semana, com o crescimento da cabeça no plano vertical, a cavidade oral aumenta de tamanho em altura, e assim, comunica-se com a cavidade nasal. O palato secundário é formado pela fusão dos processos palatinos dos maxilares, após a movimentação e crescimento da língua para baixo em resposta ao súbito crescimento do arco mandibular (ZEMPLIN,2005).

No final da quarta semana surge uma elevação triangular no assoalho da faringe primitiva, que recebe o nome de broto lingual, indicando o desenvolvimento da língua. Logo após, duas saliências linguais laterais (brotos linguais distais) se desenvolvem de cada lado do broto lingual mediano, que aumentam rapidamente de tamanho e fundem-se um com o outro crescendo sobre o broto mediano. Assim, foram os dois terços anteriores da língua. O terço posterior da língua é formado por duas elevações que se desenvolvem caudalmente ao forame cego. Durante o processo de crescimento e desenvolvimento, por volta da oitava e nona semana, a língua pressiona a cavidade nasal para cima, na direção dos processos

palatinos e faz com que eles passem para uma posição mais horizontal, cobrindo a mesma. As papilas linguais começam a aparecer entre a sétima e oitava semana e os receptores gustativos são notados na décima segunda semana. Na vigésima semana as papilas gustativas podem distinguir o doce do amargo. (MOORE e PERSAUD, 2008, CICHERO, 2006).

No início da nona semana de gestação até o nascimento, muitos comportamentos estão sendo adquiridos e desenvolvidos pelo feto. Com relação às funções orais, já se pode observar os movimentos de abertura e fechamento da boca. Os movimentos iniciais de deglutição ocorrem entre a 11^a e 12^a semana, e logo a seguir, surgem os primeiros reflexos orais e movimentos dos lábios. Os movimentos iniciais de sucção ocorrem entre a 17^a e a 24^a semana gestacional. Na 24^a semana o feto já responde com abertura de boca à estimulação palmar. Embora na 24^a semana as respostas de sucção e deglutição estejam desenvolvidas, ainda não há uma coordenação entre essas duas funções. Aproximadamente entre a 25^a e a 27^a semana aparecem os movimentos respiratórios, mas somente na 34^a/35^a semana a sucção estará coordenada globalmente com a deglutição e a respiração. É possível, já por volta das 28^a a 31^a semanas verificar movimentos mais complexos de sucção de dedos. O reflexo de “GAG”, que pode ser definido como um mecanismo de proteção contra a entrada de estímulos nocivos (como refluxo gastroesofágico, vômito ou alimento desagradável) ou de corpos estranhos na faringe, laringe e traquéia, está presente no feto na 26^a semana. O reflexo de procura, definido como a abertura de boca, virada de cabeça e movimentação da língua para encontrar o alimento, está presente na 32^a semana (MEDEIROS, 2007; CICHERO, 2006). No final do primeiro trimestre de gestação o feto pode absorver, deglutir e eliminar líquidos, mantendo assim a regulação do líquido amniótico da placenta (CICHERO, 2006).

Muitos estudos realizados em fetos buscam verificar características do desenvolvimento motor oral que possam interferir no desempenho do recém-nascidos ao nascimento. Um desses estudos, utilizando técnicas de ultrassonografia, buscou verificar em

fetos de 24 a 36 semanas a presença de movimentos de boca (abertura e fechamento) necessários à alimentação ao nascimento. Os autores concluíram que apesar desses movimentos serem visualizados, a falta de apropriada estimulação pode levar à diminuição desses movimentos com o aumento da idade gestacional (REISLAND *et al.*,2012).

Outro estudo investigou o desenvolvimento pré-natal da anatomia do trato digestivo superior e sua associação com funções predictoras de habilidades de alimentação pós-natal. Os autores observaram que os movimentos de lábios e mandíbula avançaram de “abertura de boca simples” para “movimentos repetidos de abertura e fechamento”, os quais foram considerados como fundamentais para a alimentação ao nascimento. Observaram também que os movimentos de língua ficaram mais refinados com o avanço da idade gestacional. Os autores concluíram que habilidades motoras orais pré-natais podem orientar as condutas relativas a alimentação oral em recém-nascidos (MILLER *et al.*,2003).

2.2 FISIOLOGIA DA SUCÇÃO NUTRITIVA vs NÃO NUTRITIVA

A sucção é um comportamento reflexo e vital, desencadeado pelo contato dos lábios com o mamilo materno, chupeta ou dedo. A sucção nutritiva é considerado um reflexo alimentar, que visa a ingestão do leite, único alimento do recém nascido; e nato, pois se manifesta precocemente (HERNANDEZ, 2003; BERVIAN *et al.*,2008). Já a sucção não nutritiva é aquela sem a presença do alimento, como a sucção de chupeta e a estimulação oral, e apresenta características diferentes da nutritiva.

Na vida intra-uterina a sucção já desempenha um papel importante na auto-regulação do feto: ele precisa sugar e deglutir cerca de 500 mL de líquido amniótico por dia (JOTZ & DORNELLES, 2009).

Do ponto de vista fonoaudiológico, a função de sucção é extremamente importante pois é a partir dela que se desenvolvem os órgãos fonoarticulatórios (língua, lábios, bochechas, palato duro e palato mole, mandíbula, arcada dentária, dentes e musculatura oral) e outras funções (mastigação, deglutição, fala, respiração), sendo que o aleitamento materno é o principal ponto que contribui para o adequado desenvolvimento muscular da face (GOMES *et al.*,2006; BERVIAN *et al.*,2008; QUEIROZ *et al.*,2011).

Alguns estudos vem mostrando que a sucção do recém-nascido sofre variação a partir do 1º dia de vida e segue variando até os 6 meses de idade. Condições e características do recém-nascido, além do estado comportamental, colaboram para variar o padrão de sucção e a ingesta alimentar (MEDOFF-COOPER *et al.*, 2010; MACÍAS e MENESES, 2011). Além disso, estudos mostram que o leite materno (mesmo oferecido por mamadeira) parece estimular um padrão de sucção mais regular e assim os recém-nascidos mostram padrões mais

estáveis do que quando são alimentados com fórmula (MIZUNO *et al.*,2002, MACÍAS e MENESES, 2011).

O principal fator que influencia mudanças na frequência de sucção em bebês saudáveis é a velocidade do fluxo de leite. Vários estudos têm demonstrado a relação entre o aumento do fluxo de leite e da frequência da sucção (VICE *et al.*,1995; LAU & HURTS, 1999; MACÍAS e MENESES, 2011).

Os recém-nascidos a termo apresentam um padrão de sucção com cerca de 20-30 estouros de sucção, seguido de 2 a 15 segundos de pausas, o que resulta em uma frequência média de 55 sucções/minuto variando entre 18 e 100 (MEDOFF-COOPER, 2010; MORAL *et al.*,2010; MACÍAS e MENESES, 2011).

Além disso, a sucção apresenta características próprias que determinam um padrão de sucção “imaturo” até cerca de 4 a 6 meses de idade, onde a função passa a se tornar mais madura e não-reflexa. Essas características podem ser visualizadas na tabela a seguir (HERNANDEZ, 1996; NEIVA, 2000; HERNANDEZ, 2003; MADUREIRA, 2005, MACÍAS e MENESES, 2011) :

Tabela 1: Características do padrão de sucção de recém-nascidos.

<p>1. Presença de “sucking pads” (almofadas de gordura): tecido gorduroso na parede interna das bochechas que dão estabilidade mandibular facilitando a sucção.</p>
<p>2. Não dissociação dos movimentos de mandíbula e língua.</p>
<p>3. Pequeno espaço intra-oral que limita os movimentos da língua: devido a essa configuração anatômica o padrão de sucção é basicamente horizontal, com movimentos</p>

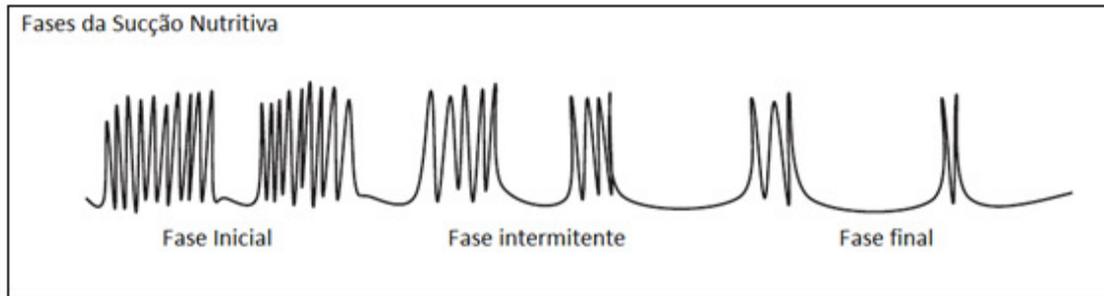
de retração e extensão de língua (padrão “suckling”). Além disso, o pequeno espaço auxilia o recém-nascido a controlar melhor o líquido dentro da cavidade oral.
4. A língua preenche quase todo o espaço intra-oral facilitando o direcionamento do líquido para a orofaringe e o vedamento anterior e posterior da cavidade oral.
5. A epiglote encontra-se mais próxima do palato mole e laringe , em posição mais elevada, que permite maior proteção das vias aéreas.
6. A respiração é predominantemente nasal com vias aéreas mais curtas, permitindo que o fluxo de ar transite com menos resistência para o alvéolo e vice-versa.
7. A mandíbula é pequena caracterizando o recém-nascido como pseudo-retrognata.

Hernandez (2003) relatou que, independente da idade do recém-nascido, fatores como tônus muscular, tipo de bico, saciedade e fome interferem no mecanismo da sucção. Sendo assim, um recém-nascido pode modificar seu padrão de sucção no mesmo horário e na mesma mamada.

Inicialmente, a sucção é muito intensa e freqüente, mas torna-se intermitente e menos vigorosa com o passar do tempo, conforme figura 1. Essas mudanças no padrão de sucção também estão associadas com as modificações no padrão respiratório durante a mamada (BAMFORD *et al.*, 1992; MACÍAS E MENESES, 2011).

Figura 1 : Fases da sucção nutritiva durante a alimentação

Fonte: Macías e Meneses, 2011



De maneira geral, a sucção é desenvolvida em três etapas consecutivas (DOUGLAS, 2006), porém, algumas características dessas etapas podem variar dependendo do tipo de aleitamento (artificial ou natural).

Na primeira etapa ocorre a produção de pressão negativa intraoral e inicia com a compressão do mamilo/bico (MACÍAS e MENESES, 2011). A cavidade oral produz um vácuo, onde a pressão interna é menor que a externa (atmosférica). Para isso ocorrer, a mandíbula se eleva e produz-se um fechamento anterior da boca, também chamado de selamento linguolabial, aproximando língua e lábios. Tal processo ocorre pela contração da musculatura extrínseca da língua, do músculo longitudinal superior e do orbicular dos lábios. A língua apoia-se sobre o rebordo gengival inferior. O selamento posterior da boca ou linguopalatino, determinado por elevação da base da língua, associado ao selamento linguolabial formam uma “câmara hermética” capaz de determinar o vácuo necessário e impedir que o alimento escape da cavidade oral. Em seguida, a língua forma uma depressão central ou canolamento enquanto a ponta da língua se ergue e a mandíbula desce, sem haver abertura dos orifícios anterior e posterior da câmara bucal. Com a presença do mamilo/chupeta, a musculatura perioral (orbicular dos lábios, bucinador) se contrai para a

entrada do leite na cavidade oral ao pressionar o mamilo/bico numa pressão positiva de 30-60 cm de água (DOUGLAS, 2006; MACÍAS e MENESES, 2011). O líquido então se localiza na concavidade da depressão lingual, onde em seguida ocorre a depressão da base da língua, produzida pelo abaixamento dos músculos supra-hióideos e logo em seguida o abaixamento da mandíbula e do corpo da língua para gerar a pressão negativa intra oral (DOUGLAS, 2006).

A segunda etapa é caracterizada pela promoção de pressão positiva. Após a pressão negativa se estabelecer e o líquido estar depositado na língua, a mandíbula se eleva para gerar pressão positiva. O alto posicionamento da língua e mandíbula determina a pressão positiva, onde a língua passa de côncava para convexa conduzindo o leite para trás.

Já a terceira etapa está associada à deglutição. Nessa fase, abre-se o esfíncter linguopalatino e o orifício posterior nasal é ocluído pelo véu palatino por contração da úvula. Ao mesmo tempo, a parte posterior da língua se deprime favorecendo a impulsão do leite para trás.

Macías e Meneses (2011) e Lau e Hurts (1999) resumem a sucção da seguinte maneira: na primeira fase, o RN extrai o líquido de um recipiente para dentro da cavidade oral, na segunda o bolo é formado e impulsionado para o trato digestivo sem passar pelas vias aéreas e a terceira fase seria uma coordenação dessas etapas anteriores com a respiração.

2.2.1 Sucção no seio materno X Sucção na mamadeira

Diferenças funcionais e anatômicas exigem do recém-nascido uma adaptação da postura e da musculatura para cada tipo de bico. Algumas dessas diferenças, quando comparados seio

materno e bico de mamadeira, podem ser citadas: formato, textura, odor, sabor, temperatura, elasticidade, fluxo de leite extraído e meio de extração (NEIFERT, 1995; MACÍAS e MENESES, 2011).

Estudos envolvendo eletromiografia e ultrassonografia tem mostrado a adaptação do recém-nascido para cada situação de alimentação.

Uma das grandes diferenças está na extração do leite. O recém-nascido necessita sugar não-nutritivamente no seio materno até ativar o reflexo de ejeção do leite pois a pressão intra-oral não é suficiente. Ocorre então a contração dos ácinos mamários (estruturas glandulares localizadas no final dos ductos onde será produzido e armazenado o leite) através da ordenha. Já no uso do bico artificial, a sucção criando pressão negativa na cavidade oral é o principal movimento para a extração do leite na mamadeira. No seio materno ocorre um mecanismo ativo muscular e não apenas succional como na mamadeira (MIZUNO e UEDA, 2006; BERVIAN *et al.*, 2008; QUEIROZ *et al.*, 2011; MACÍAS e MENESES, 2011)

Com relação a pega, o recém-nascido ao sentir o bico da mamadeira ou a mama tocar a boca, realiza reflexivamente a abertura de boca (reflexo de procura) com o abaixamento da mandíbula. Nesse movimento estão envolvido os músculos supra e infra-hioideo, miloioideo, genioideo e digástrico. Durante o aleitamento natural, a aréola e o mamilo ocupam praticamente todo o espaço da cavidade oral, fazendo com que a abertura da cavidade oral necessite ser maior para abocanhar o seio materno, do que para fazer a pega na mamadeira.

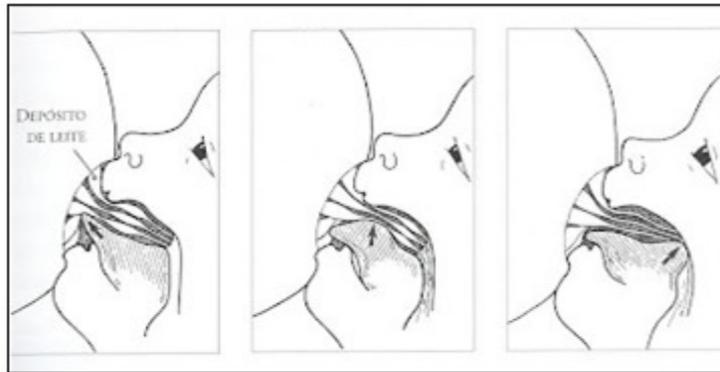
A função dos músculos mentalis e bucinador é sobrecarregada durante a sucção na mamadeira, enquanto no seio materno os músculos masseteres, temporais, pterigóideos, mentalis e bucinador, além dos lábios e língua, tem participação harmônica na sucção (GOMES *et al.*, 2006; QUEIROZ *et al.*, 2011).

A participação dos lábios também é diferente entre os dois tipos de bico. No seio materno a vedação anterior se dá principalmente à custa do lábio superior, enquanto na mamadeira o lábio superior trabalha mais (QUEIROZ, 2011).

A movimentação da mandíbula e da língua ocorre na direção ântero-posterior, posicionando o mamilo na junção do palato duro com o palato mole e através de movimentos peristálticos (do ápice para o dorso da língua) ocorre a ordenha da mama. A língua forma um vinco longitudinal com duas margens periféricas e uma central (canolamento) para receber o leite (MACÍAS e MENESES, 2011), como mostra a figura 2.

Fig.2: Movimento peristáltico da língua durante o aleitamento natural

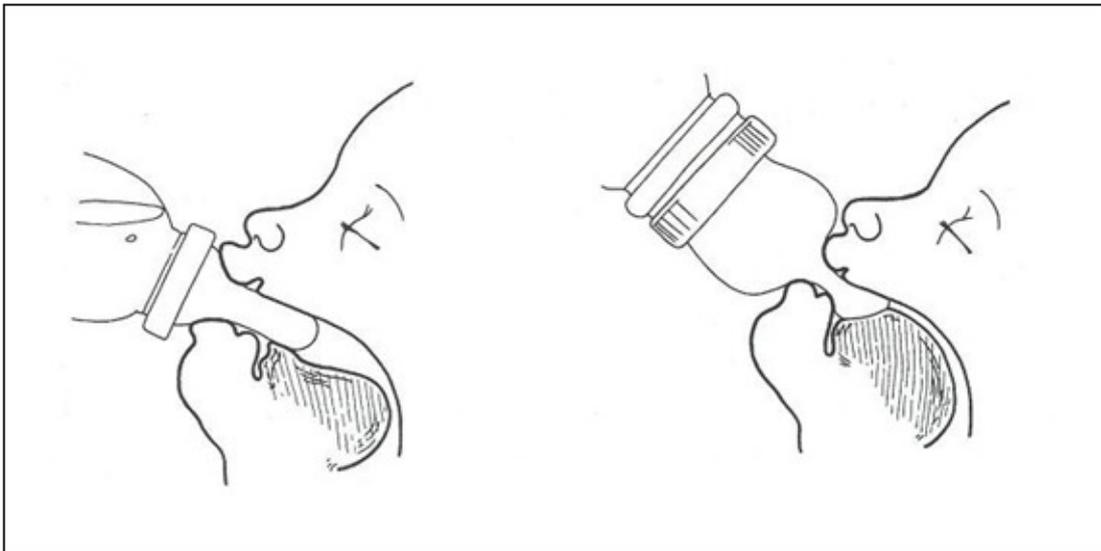
Fonte: Autor desconhecido



Na mamadeira, o bico posiciona e imobiliza a língua no assoalho da cavidade oral, posicionando-a com o ápice rebaixado e o dorso elevado, formando um tipo de “barreira” para conter o grande fluxo de leite que jorra, conforme figura 3, restringindo os movimentos de abertura e fechamento da mandíbula. O movimento da língua ocorre, então, do meio para o dorso.

Figura 3: Sucção em Mamadeira: ápice de língua rebaixado e dorso elevado com bico tradicional e ortodôntico

Fonte: Autor desconhecido



Estudos mostraram que durante o aleitamento materno, o mecanismo da língua na sucção se parecia com um movimento de rolar, ou peristáltico, já na mamadeira, se parecia com o movimento de um pistão ou de “apertar” (WEBER *et al.*, 1986, BOSMA *et al.*, 1990, MACÍAS e MENESES, 2011).

Durante o processo natural de aleitamento, quando o recém-nascido está fazendo a pausa entre sucções e deglutições, o mamilo permanece moderadamente pressionado pela língua. Os recém-nascidos em uso de mamadeira descansam com o bico expandido, pressionando a língua para baixo (WEBER *et al.*, 1986).

Alguns autores referem que a saturação de oxigênio também é um fator que diferencia o aleitamento materno da mamadeira. Durante o aleitamento natural o recém-nascido apresenta maior taxa de saturação de oxigênio do que bebês na mamadeira, pelo fato da mamadeira apresentar fluxo de leite maior diminuindo o tempo dispendido com a respiração (CHEN *et al.*,2000; GOLDFIELD *et al.*,2006).

Um estudo revelou que crianças com 21 a 28 dias de vida, nascidas a termo e alimentadas exclusivamente por mamadeira, apresentaram menor frequência de sucções e o mesmo número de pausas quando comparadas com crianças da mesma idade em aleitamento materno exclusivo (MORAL *et al.*,2010). Os mesmos autores referem que neonatos tem preferência e mais facilidade em aceitar a mamadeira em comparação ao seio materno por aquela apresentar maior oferta de leite com menos esforço. No entanto, a amamentação permite uma sucção mais coordenada e, portanto, é altamente recomendável do ponto de vista fisiológico (MACÍAS e MENESES, 2011).

2.3 FISIOLOGIA E CARACTERÍSTICAS DA DEGLUTIÇÃO

No recém-nascido, a sucção e a deglutição estão intimamente ligadas, funcionando como um sistema que se interliga e age com certa sincronia com a respiração. A sucção dispara o reflexo de deglutição, ficando difícil definir onde inicia uma e termina a outra (FUJINAGA, 2005).

De maneira geral, a deglutição exerce três funções básicas: ingestão e transporte de alimentos; transporte de saliva; e proteção das vias aéreas contra a aspiração. É considerada uma atividade dinâmica neuromuscular muito complexa e envolve vários músculos da boca, faringe e esôfago, além de 5 pares de nervos cranianos (DOUGLAS, 2006; BIGENZAHN, 2008).

É dividida em 4 fases (preparatória, oral, faríngea e esofágica), porém alguns autores tem adicionado uma fase anterior: a fase antecipatória, que nada mais seria do que toda a preparação anterior à deglutição propriamente dita como escolher o alimento, o utensílio e a postura para se alimentar, somados à salivação e à gustação (LEOPOLD e KAGEL, 1983; FURKIM, 2009).

Para uma deglutição adequada, é exigida uma coordenação precisa entre essas fases através da adequação das sequências motoras dos grupos musculares envolvidos sob o comando do Sistema Nervoso Central, com participação dos nervos cranianos trigêmeo, facial, glossofaríngeo, vago e hipoglosso. (DOUGLAS, 2006; BIGENZAHN, 2008; ESTRELA *et al.*, 2009).

A fase preparatória é basicamente voluntária e tem a função de preparar o alimento de forma que seja possível uma melhor e adequada condução através das regiões faríngea e esofágica. Após o alimento adentrar a cavidade oral, é levado para o terço anterior/médio do

dorso da língua, onde receptores específicos os examinam em relação ao paladar, volume e temperatura (BIGENZAHN, 2008). O tempo envolvido nessa fase está relacionado com o tempo de mastigação do alimento (incisão, trituração e pulverização), onde o alimento mistura-se com a saliva. Já com relação aos líquidos, essa fase não dura mais que um segundo (JOTZ e DORNELLES, 2009). O bolo alimentar é preparado através de movimentos de abertura, fechamento e lateralização da mandíbula, caracterizando a mastigação (CICHERO, 2006). Nessa fase, os lábios selam, as bochechas impedem a retenção dos alimentos nos recessos laterais e a língua posiciona o bolo, evitando assim, em conjunto, que o alimento escape para fora da cavidade oral ou posteriormente sobre a língua. (BIGENZAHN, 2008; JOTZ e DORNELLES, 2009). Após, a língua posiciona o bolo contra o palato duro preparando-o para ser transportado até a orofaringe e o véu palatino é anteriorizado e assume uma postura mais baixa, evitando que o alimento caia na orofaringe antes do reflexo de deglutição ser desencadeado (CICHERO, 2006; BIGENZAHN, 2008).

A fase oral é voluntária e curta, pois dura menos de um segundo. Caracteriza-se pela propulsão intra-oral, iniciando quando o bolo alimentar passa da cavidade oral para a orofaringe, passando a arcada amigdaliana, onde tem fim a atividade voluntária e é acionado o reflexo de deglutição. Para isso ocorrer, a língua que está apoiada nas bordas do alvéolo maxilar ou incisivos superiores, impulsiona o bolo posteriormente, transportando-o por cima de sua base através de movimentos ondulatórios e formando um sulco mediano por onde o alimento vai passar. A pressão negativa formada pelo selamento labial e o aumento do tônus das bochechas facilitam o transporte (BIGENZAHN, 2008, JOTZ e DORNELLES, 2009).

Os movimentos de língua por si só já estimulam o desencadeamento do reflexo de deglutição por meio do contato da língua com os arcos palatinos anteriores e com a parede posterior da faringe (BIGENZAHN, 2008).

Durante a deglutição de líquidos essa fase é diferente, pois, ao entrar na cavidade oral o líquido imediatamente cai no assoalho da boca e é conduzido passivamente para a faringe por escoamento, não exigindo atividade fisiológica mais elaborada (DOUGLAS, 2006).

A fase oral finaliza-se com a abertura do esfíncter glossopalatino determinado por aumento do diâmetro posterior da boca pelo abaixamento da base da língua e levantamento do véu do palato (DOUGLAS, 2006).

A fase faríngea é involuntária, tem início com uma deglutição e é a etapa mais complexa da deglutição. Dura entre 0,7 e 1,0 segundo e sua função é basicamente de transporte (DOUGLAS, 2006; BIGENZAHN, 2008). Com a elevação do palato mole ocorre o vedamento da nasofaringe e propulsão do bolo através de movimentos da língua e das paredes da faringe no sentido caudal. Após, a laringe e o osso hióide são elevados e anteriorizados bloqueando a via aérea da entrada do alimento através do fechamento das pregas vocais, pregas vestibulares e da cobertura do vestíbulo laríngeo pelo abaixamento da epiglote. A musculatura constritora da faringe se contrai em sequências no sentido crânio-caudal, impulsionando o bolo alimentar até a transição faringoesofágica, com auxílio da gravidade, do movimento posterior da base de língua e da elevação laríngea (JOTZ e DORNELLES, 2009). A respiração é suspensa momentaneamente (apnéia da deglutição) e ocorre a abertura do esfíncter esofágico superior (EES), permitindo a passagem do bolo para o esôfago. A apneia da deglutição apresenta média de duração de cerca de 530 milissegundos, variando de 350-850 ms (MACÍAS e MENESES, 2011).

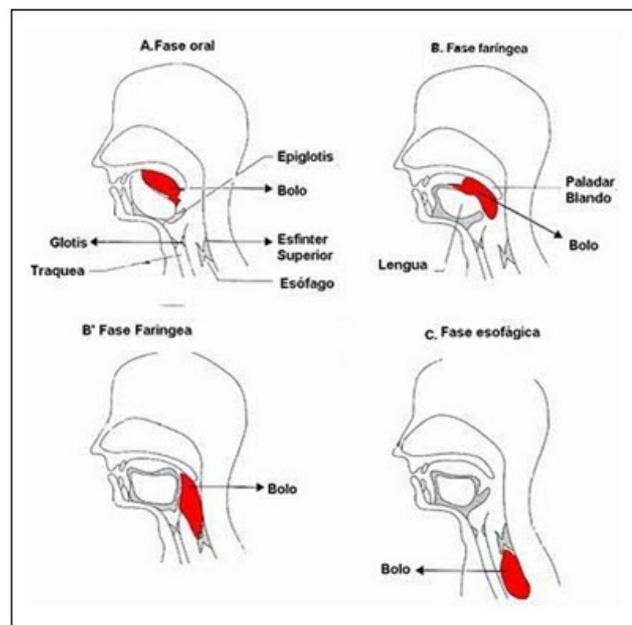
A fase esofágica dura entre 8 e 20 segundos, variando conforme a consistência do bolo alimentar. Por meio da peristalse e com ajuda da gravidade, o bolo alimentar segue em direção ao estômago através do esôfago. Logo após o bolo passar pelo EES, a laringe retorna à sua posição de repouso e a contração do EES aumenta impedindo o retorno do alimento. A

fase esofágica termina com o relaxamento do esfíncter esofágico inferior (EEI) e a passagem do alimento para o estômago (LONGEMAN, 1983; FURKIM, 2009; JOTZ e DORNELLES, 2009).

As fases da deglutição, bem como a posição do bolo alimentar em cada um delas pode ser verificado na figura 4.

Figura 4: Esquema da passagem do bolo alimentar durante a deglutição

Fonte: Leão, 2011



2.3.1. Deglutição em recém-nascidos

A deglutição no recém-nascido recebe várias denominações, todavia, trata-se do mesmo padrão imaturo que é caracterizado fundamentalmente pela consistência líquida. Na literatura podemos encontrar as denominações: pré-eruptiva, associada a sucção, deglutição

infantil, ou ainda deglutição visceral. Está intimamente ligada à sucção nos primeiros meses de vida, funcionando simultaneamente, por isso a dificuldade de se precisar onde inicia uma e termina a outra em neonatos (HERNANDEZ, 2003).

Inúmeras características diferem a deglutição no recém-nascido da deglutição no adulto. O tamanho da cavidade oral, da faringe, da laringe e do esôfago são estruturas que, por terem tamanhos desiguais no adulto e na criança, acabam diferenciando a deglutição entre esses dois grupos (CICHERO, 2006a). Língua, palato mole e faringe (epiglote) são bem próximos favorecendo a respiração nasal. A faringe é encontrada na altura da 3^a vértebra cervical e a laringe entre a 3^a e a 4^a vértebra cervical e as estruturas da laringe correspondem aproximadamente à terça parte quando comparadas às de um adulto. Já a traquéia e o esôfago são menores em diâmetro em comparação ao adulto (HERNANDEZ, 2003; MADUREIRA, 2005; CICHERO, 2006a.).

As características da sucção dos recém-nascidos, conforme mostradas na tabela 1 influenciam também o padrão de deglutição.

Além de características anatômicas, existem características fisiológicas que diferenciam a deglutição em comparação ao adulto. O reflexo de tosse, por exemplo, é fraco nos recém-nascidos, e o volume ingerido em cada sucção é menor (HERNANDEZ, 2003; CICHERO, 2006a).

Devido à consistência líquida exclusiva recebida pelo neonato, alguns autores consideram que a fase preparatória é inexistente nessa população (MADUREIRA, 2005). Outros consideram que esta fase existe e ressaltam que a sucção e deglutição ocorrem nesse processo em tempo mínimo. Esta talvez seja a principal diferença entre a deglutição no adulto e no recém-nascido, já que o tempo para a preparação do bolo alimentar é diretamente proporcional à consistência e ao volume do alimento.

Na fase oral, a imaturidade das estruturas do recém-nascido pode causar escape do alimento para a rinofaringe, durante o momento em que o palato mole deveria fechar a cavidade nasal. E durante a fase esofágica, observa-se muitas vezes a ocorrência do refluxo fisiológico, pois o músculo cricofaríngeo, sendo um dos responsáveis pelo fechamento do esfíncter após a passagem do alimento, ainda está imaturo no recém-nascido (MADUREIRA, 2005).

No recém-nascido pré-termo, a deglutição sofre avanços com o aumento da idade gestacional de 33 para 36 semanas pós-parto, onde observa-se melhora na frequência da sucção-deglutição, assim como melhora na amplitude da sucção e no volume do bolo alimentar. Sendo assim, a dificuldade maior do prematuro seria coordenar a deglutição com a respiração, e não a sucção com a deglutição (LAU *et al.*,2003).

Um estudo mostrou que as dificuldades de deglutição encontradas na população pediátrica estão relacionadas principalmente à prematuridade (SALINAS-VALDEBENEDITO *et al.*,2010).

2.4 COORDENAÇÃO SUCCÃO X DEGLUTIÇÃO X RESPIRAÇÃO EM RECÉM NASCIDOS

Uma alimentação segura e exitosa requer dos recém-nascidos uma precisa coordenação entre a sucção, deglutição e respiração. Para isso, é necessário a integração de múltiplas vias, aferentes e eferentes do sistema nervoso central, cujos seguintes pré-requisitos são essenciais: anatomia e fisiologia das funções orais intactas; sistemas sensoriais e táteis adequados; tonicidade muscular adequada; sistema nervoso autônomo estável; sistema de regulação adequado e energia suficiente para prover todo o processo. (HERNANDEZ, 2003; FUCILE *et al.*, 2011; SALINAS-VALDEBENEDITO *et al.*, 2010).

Lau *et al.* (2003) descreveram a coordenação sucção – deglutição – respiração como uma habilidade do recém-nascido para sugar eficientemente e deglutir rapidamente tão logo o bolo é formado a fim de minimizar a duração da interrupção da respiração.

A coordenação entre essas funções pode ser observada no feto por volta da 32^a a 34^a semana, o que justifica o fato de recém-nascidos pré-termo apresentarem dificuldade para alimentação por via oral (HERNANDEZ, 2003; MIZUNO e UEDA, 2006). Além disso, a reação madura dessa coordenação é verificada com maior frequência na 37^a semana (HERNANDEZ, 2003). Teoricamente, recém-nascidos a termo já nascem com a habilidade para coordenar a sucção, deglutição e respiração.

Tal coordenação é fator determinante para o recém-nascido pré-termo alcançar independência oral e passar com sucesso da alimentação por sonda para a via oral. Este é um critério para alta hospitalar, segundo a *American Academy of Pediatrics* (Stark *et al.*, 2008). A dificuldade de alimentação por via oral é a causa mais frequente para o atraso na alta

hospitalar (LAU *et al.*,2003; HERNANDEZ, 2003; BOIRON *et al.*,2007; BERTONCELLI *et al.*,2012).

O melhor marcador de uma adequada coordenação entre sucção, deglutição e respiração é o padrão respiratório da criança durante a alimentação. A taxa usualmente cai para 30-35 respirações por minuto na fase contínua de alimentação e aumenta para 40-50 respirações por minuto durante a fase intermitente. (MACÍAS e MENESES, 2011).

Durante a alimentação, a deglutição e a respiração seguem em sequências e com um padrão rítmico (BAMFORD *et al.*,1992; HERNANDEZ, 2003; CICHERO, 2006a). Um estudo que avaliou recém-nascidos a termo mostrou que com o decorrer da alimentação, a deglutição assumiu um padrão rítmico enquanto a respiração tornou-se arritmica, indicando que, mesmo em neonatos adequados para a idade gestacional e saudáveis, a respiração não é totalmente coordenada com a deglutição (BAMFORD *et al.*,1992).

Esse padrão de coordenação tende a sofrer mudanças nos primeiros meses de vida, com aumento da rapidez e melhor organização das funções associadas (HERNANDEZ, 2003). Em recém-nascidos, a sequência das funções geralmente apresenta uma proporção de 1:1:1, ou seja, uma sucção para cada deglutição e respiração (HERNANDEZ, 2003; QURESHI *et al.*,2002; LAU *et al.*,2003, VAN DER MERES *et al.*,2005; MACÍAS e MENESES, 2011). No entanto, esta proporção pode mudar para 2:1:1 ou 3:1:1 a partir da sexta semana de vida. Estas mudanças podem ser explicadas pelo aumento do tamanho do cérebro e maturidade do controle voluntário (MACÍAS e MENESES, 2011).

Bamford *et al.*, (1992) e Weber (1986) relatam em seus estudos que a deglutição pode ocorrer em qualquer etapa do ciclo de respiração, tanto na inspiração quanto na expiração em proporções iguais. Lau *et al.* (2003) realizaram um estudo com o objetivo de verificar a relação entre sucção e deglutição e entre sucção e respiração em 20 recém-nascidos saudáveis

e constataram que, logo após o início da alimentação por via oral, a deglutição ocorreu com maior frequência durante um período de apneia.

Em um estudo envolvendo recém-nascidos pré-termo, os autores encontraram dados indicativos de maturação do comportamento de alimentação. Antes das 34 semanas de idade gestacional, a deglutição ocorre frequentemente durante a pausa para respirar e após 35 semanas de idade gestacional, a deglutição ocorre no fim da inspiração. Este fato sugere que a relação deglutição e respiração muda com a maturação cerebral (MIZUNO e UEDA, 2005)

Em recém-nascidos a termo, a frequência da sucção aumenta com o aumento da idade gestacional e o tempo entre sucções sucessivas diminui (WROTNIAK *et al.*,2009).

Lau *et al.* (2003) afirmaram que somente a melhora das habilidades da sucção não garantem uma melhor performance da alimentação. A habilidade para lidar com um maior bolo alimentar e o aumento da frequência de sucções também são fundamentais.

O processo evolutivo da sucção-deglutição-respiração acompanha o processo da maturação do desenvolvimento neuropsicomotor da criança. A semiologia clínica neurológica na criança é rica na identificação das aquisições sensitivas, motoras, sensoriais e cognitivas.

Mudanças adaptativas funcionais e fisiológicas afetam praticamente todos os sistemas e órgãos do recém-nascido durante o nascimento. Ocorrem também, alterações transitórias no sistema nervoso central, particularmente no tônus muscular e nos reflexos, que receberam a denominação de choque do nascimento. É presumível admitir que a mudança do ambiente intra para o extrauterino traz consequências sobre o estado neurológico dos recém-nascidos a termo, principalmente nas primeiras horas de vida que, evidentemente, não são duradouras. Esta fase precoce de adaptação neurocomportamental, que antes era chamada de choque do nascimento, necessita outra denominação, pois a palavra choque pode induzir a erros

interpretativos. Além do mais, é de difícil indexação. É proposta a denominação fase de baixo vigor neurológico (FBVN), que é transitória. (RIESGO et. Al., 2009)

2.5 AUSCULTA CERVICAL DIGITAL

A função oral pode ser avaliada por diversos instrumentos como a eletromiografia, ultrasonografia, videofluoroscopia da deglutição e a ausculta cervical digital (DA NOBREGA *et al.*, 2004; SANTOS e FILHO, 2006). A técnica da ausculta cervical digital é recente e diversos estudos em adultos e crianças foram desenvolvidos para apresentar a padronização da técnica e suas potencialidades (TAKAHASHI, 1994; CICHERO e MURDOCH, 2002; ALMEIDA *et al.*, 2008; REYNOLDS *et al.*, 2009). Alguns estudos foram desenvolvidos em recém-nascidos em uso de mamadeira com o objetivo principal de captar os sons da deglutição sem alteração e apresentar o espectro da coordenação sucção-deglutição-respiração (VICE *et al.*, 1990; VICE *et al.*, 1995; REYNOLDS, 2002; DA NOBREGA *et al.*, 2004.)

A ausculta cervical digital avalia os sons da deglutição por meio de equipamentos específicos. Microfone ou acelerômetro fixados no pescoço com fita adesiva são conectados a gravadores ou computadores que registram digitalmente o som produzido pela deglutição. Para seleccionar o melhor local de fixação do microfone ou acelerômetro, Takahasi *et al.* (1994) realizaram uma varredura em 24 pontos do pescoço utilizando um acelerômetro e concluíram que a área sobre a região lateral da traquéia, logo abaixo da cartilagem cricóide, é o melhor ponto para detectar os sons da deglutição.

Programas de computadores analisam as características dos sons captados, fornecendo dados quantitativos relativos à duração, frequência e intensidade do som, além de fornecer dados visuais referentes a deglutição e respiração.

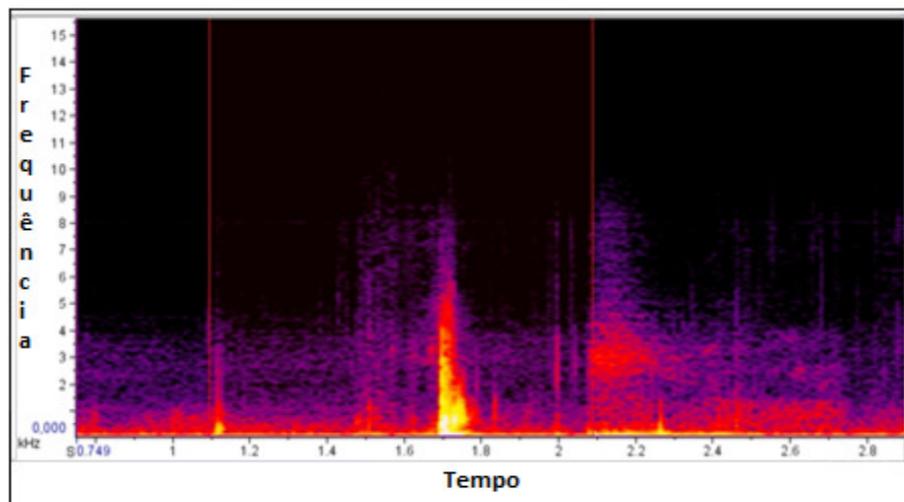
Logan, Kavanagh e Wornalla, em 1967, compararam o som da deglutição aos sons da tosse, respiração e vocalização de algumas vogais. Observou-se que o padrão espectrográfico da deglutição era particular e distinto dos outros sons fisiológicos captados no pescoço. O

aspecto que mais definiria a deglutição seria a ocorrência de curtas salvas de energia sonora por toda extensão do espectrograma.

Os sinais acústicos da deglutição podem ser definidos em termos de duração (segundos), frequência (hertz) e amplitude (decibéis). A duração fornece informação sobre a extensão do sinal acústico ao longo do tempo. A frequência refere-se ao número de ciclos completos do movimento em um segundo, sendo que o “*pitch*” refere-se à percepção subjetiva da frequência do som. Esta medida é feita em hertz, onde um hertz equivale a uma oscilação completa por segundo. A amplitude relaciona-se à intensidade do som. De maneira geral, a amplitude refere-se ao aspecto físico do sinal acústico, enquanto “*loudness*” refere-se à percepção subjetiva de intensidade do som. Finalmente, o conteúdo espectral é a variação das componentes do sinal acústico ao longo do tempo (Figura 5).

FIGURA 5. Espectrograma. Eixo x: frequência; eixo y: tempo; eixo z (perpendicular ao gráfico e representado pelas cores roxo, laranja e amarelo): conteúdo espectral.

Fonte: Almeida *et al.*, 2008



Em relação à população pediátrica, os estudos de captação dos sons da deglutição são mais numerosos em recém-nascidos e utilizam um acelerômetro fixado ao pescoço de recém-nascidos a termo (VICE *et al.*,1990). Além do som da deglutição ser o principal elemento acústico, discretos sons iniciais (DSI) e finais (DSF) da deglutição revelam a coordenação sucção- deglutição-respiração (REYNOLDS *et al.*,2002). A partir da correlação da ausculta cervical com “gravações fisiológicas” (por meio de cateter transnasal) foi confirmada a existência dos DSI e DSF assim como de sua relação temporal com a respiração adjacente ao processo de deglutição (VICE *et al.*,1995).

Num estudo realizado no Hospital de Clínicas de Porto Alegre com crianças sem alterações de deglutição, observou-se que em 60% da amostra houve a identificação da sequência discreto sinal inicial, sinal principal (SP), discreto sinal final e retorno expiratório (RE). Além disso, para as crianças avaliadas com idade entre 3 e 10 anos, foram identificados como média e desvio padrão da duração da deglutição de 5mls de líquido e 5mls de pastoso os valores 0.73 ± 0.16 segundos e 0.75 ± 0.15 segundos respectivamente (ALMEIDA *et al.*,2008)

Hamlet,(1990) verificou que o sinal acústico mais importante da deglutição seria a explosão de origem laríngea, correspondendo a abertura e deslocamento do bolo alimentar através do músculo cricofaríngeo.

Contudo, ainda não está claro o significado fisiológico que corresponde aos DSI, podendo ser tanto trânsito de bolo alimentar, ação muscular, ação secundária das pregas vocais em seu mecanismo protetor, abaixamento da epiglote ou qualquer outro movimento. Já a correlação fisiológica para os DSF está ainda mais indefinida (REYNOLDS *et al.*,2002). Esses sons podem indicar o retorno da musculatura à posição inicial com subsequente explosão expiratória (MCKAIG, 1999).

Os componentes do sinal acústico da deglutição não foram bem estabelecidos nos estudos existentes, visto que muitos resultados não apresentam os pontos de início e de fim do

som como recurso para a padronização do exame. O início da deglutição poderia estar determinado pelo início da pausa apneica que antecede este evento ou pelo ruído de frequência alta que ocorre entre as explosões de cada deglutição (CICHERO & MURDOCH, 2002; REYNOLDS *et al.*, 2002; TAKAHASHI *et al.*, 1994; VICE *et al.*, 1995; VICE *et al.*, 1990.). Já o final da deglutição poderia estar determinado pela retomada do sinal à linha de base no espectrograma ou pela identificação do retorno expiratório pós-deglutição (MCKAIG, 1999). Entretanto, a sincronia entre os sons da deglutição dos recém-nascidos a termo foi o principal achado que poderá ser utilizado em avaliações de recém-nascidos pré-termo e neuropatas, no que diz respeito à eficiência alimentar e coordenação sucção-deglutição-respiração.

Um dos primeiros estudos utilizando a ausculta cervical digital avaliou seis recém-nascidos nos primeiros dias de vida. Os sons da deglutição foram gravados em fita-cassete, obtidos através de microfone fixado no pescoço do recém-nascido e analisados através de processamento digital. Os resultados indicaram a presença de consistentes e discretos sons na sucção e deglutição rítmica, que precedem e seguem o som de trânsito do bolo alimentar e são repetitivos de forma semelhante a cada deglutição (VICE *et al.*, 1990)

Posteriormente, Vice, Bamford, Heinz e Bosma (1995) utilizaram um acelerômetro acoplado ao pescoço de nove recém-nascidos saudáveis para análise dos sons da deglutição através de processamento digital do sinal. Os resultados mostraram que existem semelhanças morfológicas entre os sons discretos que precedem cada deglutição. Concluíram que variações no padrão da respiração durante a alimentação estão correlacionadas com as variações nesses sons.

Reynolds, Vice, Bosma & Gewolb (2002) analisaram os sons da deglutição em prematuros alimentados por mamadeira, utilizando um acelerômetro. Discretos sons iniciais também foram identificados e utilizados para a construção de uma forma de onda média a

partir da qual um índice de variação foi calculado para cada recém-nascido. A forma da onda tornava-se mais uniforme com o avanço da idade gestacional, sugerindo melhora da organização do padrão de alimentação.

Esses autores (REYNOLDS, VICE e GEWOLB, 2009) também compararam os índices de variação de um grupo de recém-nascidos pré-termo e outro grupo de adultos. Verificaram que o índice dos adultos não diferiu dos recém-nascidos maiores de 36 semanas de IG. Assim, concluíram que o formato dos discretos sons iniciais dos recém-nascidos vão se aproximando do formato dos adultos com o aumento da idade. Sendo assim, a estabilidade dos sinais seria um marcador de maturidade neurológica.

Um estudo com 23 recém-nascidos pré-termo (média de idade gestacional $34,7 \pm 1,7$ semanas) avaliou o padrão de coordenação deglutição-respiração durante o período inicial de transição da alimentação por sonda para alimentação por via oral e durante o período de alimentação plena por via oral. O estudo demonstrou que as pausas para respirar entre os grupos de deglutições, no período de transição da sonda para via oral, são mais longas em comparação com as do período de via oral plena (DA NOBREGA *et al.*, 2004). Este dado pode indicar que o recém-nascido cansa com maior facilidade no período de transição e necessita de mais tempo para se recuperar entre os grupos de sucção-deglutição.

3 JUSTIFICATIVA

Muitos métodos de avaliação do padrão de alimentação de recém-nascidos utilizam parâmetros subjetivos que podem conferir dificuldade no momento da interpretação dos dados, gerando diagnóstico e prognóstico incorretos com relação a real capacidade do recém-nascido.

O padrão ouro para avaliação da deglutição é a videofluoroscopia, que avalia o processo dinâmico da função, porém, expõe o paciente a radiação ionizante. Além disso, requer equipamento especializado para execução da técnica.

A construção de histogramas verificados através da ausculta cervical digital para cada recém-nascido pode ser um parâmetro objetivo de avaliação da coordenação do processo de sucção-deglutição-respiração. Esse recurso pode ser importante para acompanhar o desenvolvimento da função de deglutição e da relação da etapa de desenvolvimento com a maturidade cerebral para a passagem da alimentação por sonda para a alimentação por via oral nos recém-nascidos pré-termo.

A ausculta cervical digital também pode ser um importante instrumento de avaliação do processo de sucção-deglutição-respiração em recém-nascidos a termo com aleitamento materno. É importante salientar que existem poucos estudos dessa natureza em recém-nascidos a termo com aleitamento materno em decorrência das dificuldades técnicas de avaliação sem interferir no seu processo fisiológico.

3.1 HIPÓTESE

Recém-nascidos a termo com aleitamento materno exclusivo apresentam pausas para respirar mais prolongadas em comparação aos pré-termos em uso de alimentação por mamadeira.

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

* Verificar o padrão de coordenação sucção-deglutição-respiração em recém-nascidos através da ausculta cervical digital.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- * Definir o padrão de coordenação SDR em recém-nascidos a termo e pré-termo.
- * Comparar o padrão de coordenação SDR de recém-nascidos a termo em aleitamento materno exclusivo e recém-nascidos pré-termo na transição da alimentação por sonda para a via oral com mamadeira.

5. CASUÍSTICA E MÉTODOS

5.1 DELINEAMENTO

Trata-se de um estudo transversal e observacional em uma amostra de conveniência.

Variáveis em estudo: padrão de coordenação da sucção-deglutição-respiração através da ausculta cervical digital.

5.2 POPULAÇÃO EM ESTUDO

5.2.1 Critérios de Inclusão

Recém-nascidos a termo, com menos de 48 horas de vida, de ambos os sexos, internados no Alojamento Conjunto do Hospital Fêmina com aleitamento materno exclusivo.

Recém-nascidos pré-termo, com idade gestacional corrigida entre 34 e 36+6 semanas e peso ≥ 1500 g, de ambos os sexos, internados na Unidade de Neonatologia do Hospital Fêmina (GHC) com alimentação por sonda orogástrica e com indicação médica para iniciar alimentação por via oral.

5.2.2 Critérios de Exclusão

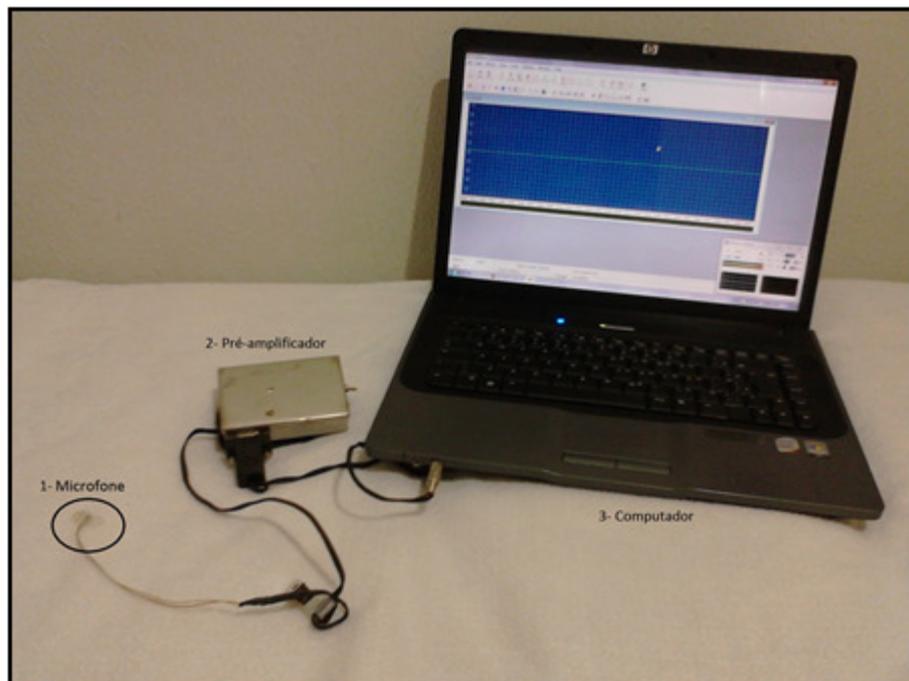
Foram excluídos os recém-nascidos com alguma das seguintes condições: hemorragia intra-craniana, asfixia peri-natal, displasia broncopulmonar, retardo no crescimento intra-uterino, icterícia grave que necessite de exangineotransfusão, síndrome genética, doença neurológica de qualquer etiologia, malformação craniofacial, traqueostomia, história de qualquer malformação estrutural sugestiva de alteração na deglutição, além daqueles com dificuldade respiratória no momento da avaliação ou que tenham necessidade de oxigenioterapia e/ou ventilação mecânica.

5.3 EQUIPAMENTO

O equipamento utilizado na ausculta cervical digital era composto por um detector acústico e por um pré-amplificador com filtro conectados a um computador tipo *notebook* da marca HP Coreo 2 Duo, como mostra a figura 6.

Figura 6: Equipamento de ausculta cervical digital: Microfone (1), Pré-amplificador (2), Computador (3)

Fonte: Elaborada pelo autor

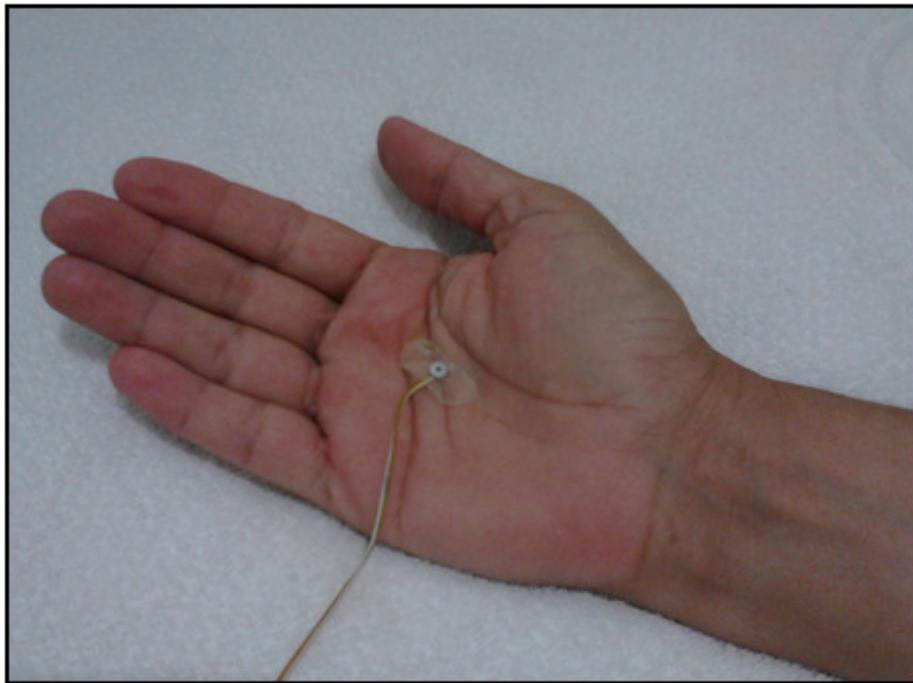


O detector acústico utilizado era um microfone de eletreto Piezo com curva de resposta plana entre 15Hz e 15.000Hz, acoplado a uma aba de fixação de triacetato, conforme mostra a figura 7. Foi usado filtro passa-faixa tipo Butterworth de quarta ordem com

frequência de corte inferior em 15Hz e frequência de corte superior em 15.000Hz e atenuação nas bandas de rejeição equivalente a 12dB/oitava.

Figura 7: Microfone

Fonte: Elaborada pelo autor



Os sinais acústicos foram adquiridos com taxa de amostragem de 44100 amostras por segundo e 16 bits de nível de quantização. O espectrograma foi calculado (software Raven versão 1.1) usando a Curva de Transformação Rápida de Fourier com 1024 amostras, janela de Hanning e 50% de nível de superposição. A resolução em frequência equivalia a 43,1 Hz, sendo a resolução temporal igual 11,6ms (0,0116 segundos).

5.4 PROCESSO DE SELEÇÃO E PROCEDIMENTO

Foram selecionados para fazer parte do estudo RN pré-termo internados na Unidade de Tratamento Intensivo Neonatal e RN a termo internados no Alojamento Conjunto, de acordo com os critérios de inclusão e exclusão.

Inicialmente foram divulgados, no local de realização da pesquisa, os critérios de inclusão e exclusão no estudo, além dos objetivos da avaliação para conhecimento da equipe médica e de enfermagem da unidade.

Os recém-nascidos pré-termo elegíveis para o estudo foram submetidos a ACD logo após a indicação médica para iniciar alimentação por via oral. Esses pacientes ainda estavam em uso de alimentação por sonda orogástrica. Os RN a termo foram submetidos a ACD entre 24 e 48 horas de vida. O consentimento livre e esclarecido (TCLE) (anexo 1), foi assinado pelos pais ou responsáveis de todos os participantes.

Nos recém-nascidos pré-termo, antes da ACD, foi realizada a ausculta cervical com estetoscópio para avaliar a presença ou ausência de secreções com o objetivo de identificar possíveis interferências na aquisição de sinais da ACD. Também foi verificado com a equipe de enfermagem os sinais vitais e estado geral do RN no momento da avaliação. Os RN foram avaliados dentro da incubadora ou no colo da mãe em posição supina ou decúbito lateral.

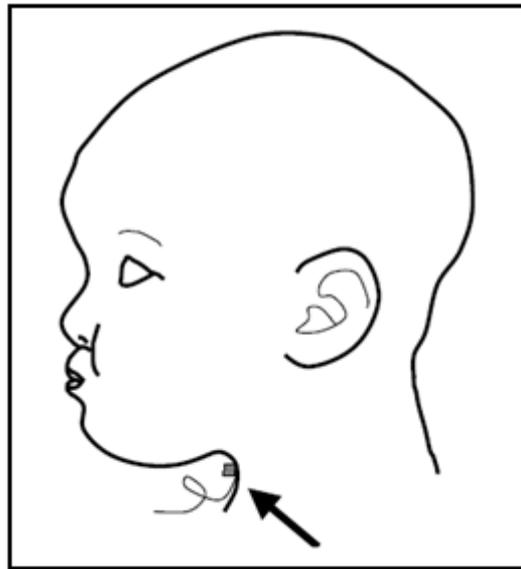
Nos RN a termo, a avaliação foi realizada com o RN no colo da mãe durante a amamentação. A ausculta cervical com estetoscópio não foi realizada nesses RN porque já apresentavam alimentação oral plena, diferentemente dos RN pré-termo que estavam iniciando alimentação por via oral.

5.4.1 Técnica da Ausculta Cervical Digital

Nos RNPT observou-se a deglutição de saliva com estímulo de sucção não nutritiva com dedo enluvado para localizar, por meio da palpação manual, o melhor local de fixação do microfone no pescoço (sobre a cartilagem cricóide), conforme figura 8. Utilizou-se fita adesiva hipoalergênica para a fixação deste microfone no pescoço, que estava conectado no pré-amplificador e computador. A seguir, realizou-se a captação dos sinais da ACD.

Figura 8: Local de fixação do microfone nos RN.

Fonte: REYNOLDS *et al.*, 2002



Os RNPT receberam leite materno ou fórmula conforme prescrição médica em mamadeira. Durante o exame o RNPT estava em posição supina na incubadora, com decúbito

elevado a 45 graus ou no colo da mãe ou técnica de enfermagem, responsáveis por oferecer a mamadeira (Figura 9).

Foi utilizada a mesma técnica da ACD nos RNAT exceto pelo posicionamento postural durante a mamada no seio materno. O RNPT estava no colo da mãe na posição ideal para amamentação (mãe confortavelmente posicionada, corpo do RN próximo e voltado para a mãe, nádegas apoiadas, cabeça e tronco alinhados com a boca, na mesma altura da mama e de frente para a aréola (GIUGLIANI, 1994).

Os RN foram avaliados durante cinco minutos de alimentação ou pelo tempo necessário para ingerir o conteúdo prescrito para o horário. Os dados foram gravados através do Aplicativo Goldwave, versão 4.21.

Figura 9: Recém-nascido pré-termo recebendo leite por mamadeira e em avaliação da ACD na incubadora.

Fonte: Elaborada pelo autor



Antes da avaliação, foram coletados nos prontuários os dados referentes a gestação, parto e estado clínico atual do RN.

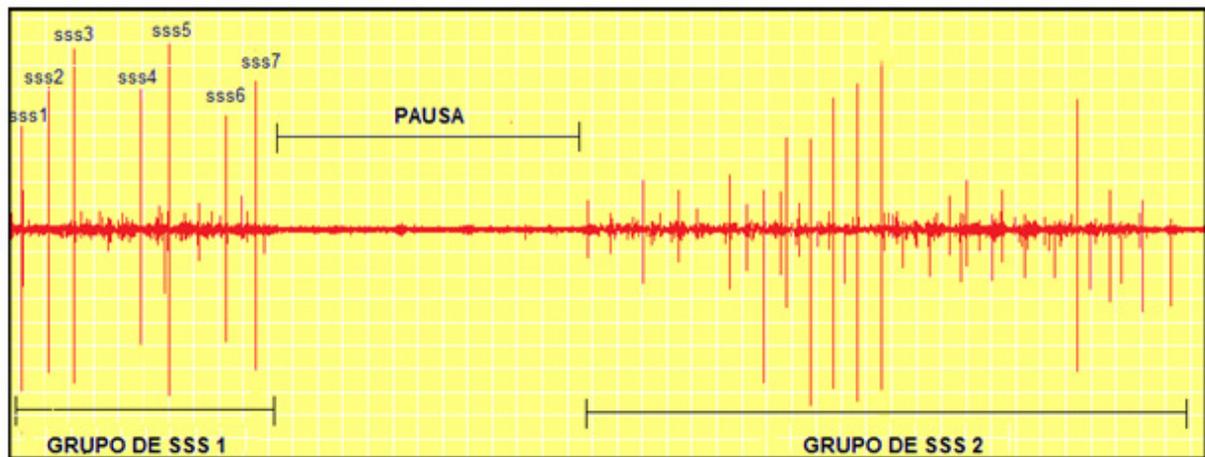
5.4.2 Parâmetros da Ausculta Cervical Digital

Os dados dos sinais dos sons da deglutição gravados foram analisados visual e auditivamente pelo Software Raven versão 1.1. Foram excluídos os sinais com interferências durante o exame, como deslocamento do microfone da fixação inicial, microfonia, falhas de captação.

Para cada RN foram utilizadas a análise de três janelas de 30 segundos características da fase de estabilização do RN na mamadeira/seio, após início da alimentação. Os parâmetros utilizados para caracterizar o comportamento da sucção/deglutição e sua coordenação com a respiração foram adaptados de Bamford (1992) e Da Nobrega *ET AL.* (2004). São eles: a) total de “SSS” (Suck-Swallow Signal) em 30 segundos; b) duração total dos SSS; c) total de pausas >2,5 s em 30 segundos; d) duração total das pausas. Esses parâmetros podem ser visualizados na figura a seguir.

Figura 10: Esquema dos parâmetros visualizados na ausculta cervical digital, onde “SSS” refere-se a “Suck-swallow signal”.

Fonte: Elaborada pelo autor



Segundo Fujinaga (2005), existe dificuldade em diferenciar e separar a sucção da deglutição nos RN, pois as duas funções aparecem interligadas nos primeiros dias de vida. Por esse motivo, não diferenciamos em nosso estudo uma função da outra, considerando-as como SSS, ou seja, sinal representativo da sucção e/ou deglutição.

5.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.

Foi utilizada média e desvio padrão para análise dos dados, através do Teste t de Student. Foi considerado significativo quando P menor que 0,05.

Foi realizada uma reanálise de 25% da amostra por um segundo examinador treinado para verificar a concordância na interpretação dos sinais captados. Utilizou-se o teste de Bland e Altman.

5.6 ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Grupo Hospitalar Conceição sobre protocolo número 195/09.

6. RESULTADOS

Entre o período de Novembro de 2010 a Julho de 2012, através de uma amostra de conveniência, 80 recém-nascidos foram incluídos no estudo. Na fase de análise dos dados, 16 foram excluídos devido a dificuldades de interpretação causada por interferências no sinal coletado. Participaram efetivamente do estudo 32 RNAT e 32 RNPT.

A caracterização dos dois grupos amostrais pode ser visualizada na tabela 2.

Tabela 2- Caracterização dos dois grupos amostrais

	RN A TERMO n = 32	RN PRÉ-TERMO n = 32
Idade Gestacional corrigida na data da avaliação*	39sem e 6 dias ($\pm 9,17$ dias)	35sem e 5dias ($\pm 9,81$ dias)
Idade na avaliação* (dias)	1,34 \pm 0,483	23,5 \pm 16,73
Peso na avaliação* (g)	3317 \pm 536	1739 \pm 210
Sexo Fem:Masc	17 (53,1%): 15 (46,8%)	16 (50%) : 16 (50%)
Tipo de parto vaginal: cesárea	17 (53,1%) : 15 (46,8%)	9 (28,1%) : 23 (71,8%)

* Média \pm DP

Na amostra, houve proporção equilibrada do número de meninas e meninos nos dois grupos. Quanto ao tipo de parto, para os RNPT observou-se predominância de cesariana, enquanto no grupo de RNAT verificou-se equilíbrio entre os dois tipos de parto.

A ausculta cervical digital foi realizada no primeiro dia de liberação de via oral para os RNPT e no primeiro ou segundo dia de vida para os RNAT.

A reanálise de 25% da amostra por um segundo examinador para verificar a concordância na interpretação dos sinais captados através do teste de Bland e Altman mostrou um valor de correlação acima de 0,9 para todas as variáveis.

Os parâmetros avaliados através da ACD nos dois grupos podem ser observados na tabela 3.

Tabela 3 – Parâmetros da ausculta cervical digital

	RN A TERMO n = 32	RN PRÉ-TERMO n= 32	P*
Total de SSS em 30s	13,57 ± 8,01	14,85 ± 3,83	0,41
Duração Total dos SSS (s)	12,58 ± 5,68	19,38 ± 4,30	<0,001
Nº de Pausas em 30s	2,50 ± 0,81	1,96 ± 0,83	0,01
Duração Total das Pausas (s)	17,41 ± 5,68	10,23 ± 4,20	<0,001

Valores apresentados como Média±DP

* Teste estatístico $P \leq 0,05$ (Independent Samples Test)

Houve diferença estatisticamente significante para o parâmetro “duração total dos SSS”, mostrando que o tempo envolvido na sucção/deglutição é maior para os recém-nascidos pré-termo. Já para o parâmetro “duração total das pausas”, observou-se um tempo maior para os recém-nascidos a termo.

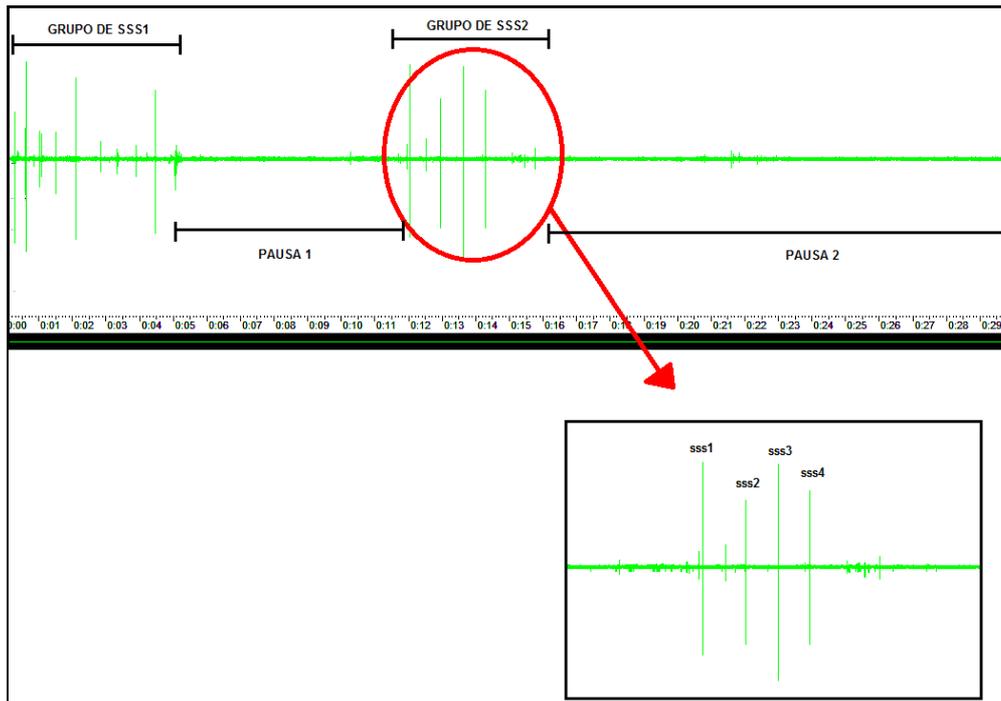
O parâmetro “número de pausas” que indica a quantidade de momentos que o RN apresenta pausa para respirar durante a mamada no período de gravação também foi significativamente maior para os recém-nascidos a termo em comparação aos RNPT.

O parâmetro “total de SSS” não apresentou diferença significativa entre os dois grupos de recém-nascidos.

A figura 11 mostra um padrão individual de coordenação sucção-deglutição-respiração para um recém-nascido a termo do sexo masculino, amamentado ao seio materno.

Figura 11: Padrão de coordenação SDR de um RNAT, em aleitamento materno

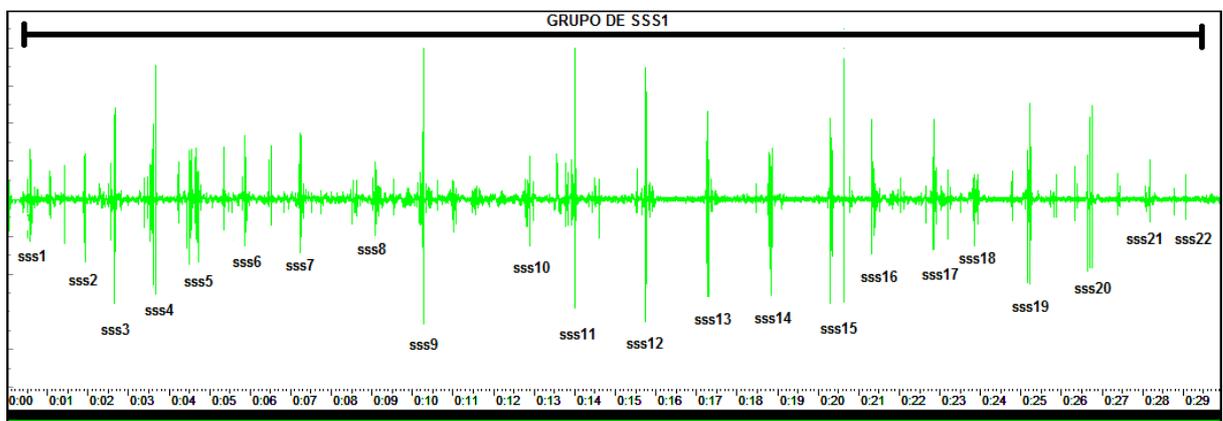
Fonte: Elaborada pelo autor



A figura 12 refere-se a um recém-nascido pré-termo do sexo feminino alimentado por mamadeira.

Figura 12: Padrão de coordenação SDR de um RNPT, em uso de mamadeira

Fonte: Elaborada pelo autor



7. DISCUSSÃO

Este estudo avaliou os sons do padrão de coordenação sucção-deglutição-respiração de recém-nascidos a termo no início da amamentação e em prematuros no início da alimentação por via oral por ausculta cervical digital. Observamos histogramas individuais diferentes para cada grupo, principalmente no que se refere aos tempos de pausa para respirar para respirar entre sucções/deglutições. A análise das gravações mostrou sequências rítmicas em ambos os grupos, conforme estudos anteriores (BAMFORD, 1992). O principal achado foi que recém-nascidos amamentados ao seio materno tiveram episódios prolongados de pausa para respirar na amamentação. Este é o primeiro estudo a mostrar este padrão em recém-nascidos a termo durante o período pós-natal imediato, usando a ausculta cervical digital através de microfone no pescoço.

Em comparação com os estudos de recém-nascidos a termo com mais idade pós-natal utilizando mamadeira ou amamentação, este estudo encontrou um maior número e duração das pausas para respirar durante o processo de sucção-deglutição-respiração. Isso pode ser explicado pelo fato de que, embora os recém-nascidos a termo sejam considerados competentes para alimentação ao nascimento, pode haver necessidade de um período de tempo para coordenar essas três funções por completo. No entanto, estudos anteriores mostraram que recém-nascidos a termo com idade menor que 48 horas de vida e que utilizaram mamadeira não coordenaram seu ritmo de deglutição e respiração; os recém-nascidos apresentaram sua respiração de forma instável não coordenada com a deglutição (SHIVPURI *et al.*, 1983; MATHEW, 1985; BAMFORD, 1992).

Por outro lado, esse padrão "imaturo" pode ser devido ao baixo fluxo do leite materno, já que o período antes do reflexo de ejeção do leite exige mais esforço do bebê. Estudos sobre

a pressão negativa intra-oral mostraram que esses recém-nascidos tinham maior pressão de sucção não nutritiva (MIZUNO, 2006) e que o vácuo é um fator importante na remoção de leite da mama (SAKALIDIS 2012). Assim, isso faria o recém-nascido ter mais pausas para respirar e para descansar. Além disso, a mamadeira apresenta fluxo mais rápido fazendo com que os lactentes passem mais tempo deglutindo e tenham menos tempo disponível para a respiração (MATHEW e BHATIA, 1989). Um estudo demonstrou que os recém-nascidos que utilizavam mamadeira, com idade de 1 a 3 meses de idade, apresentavam um menor número de pausas para respirar durante a mamada, possivelmente devido a um fluxo fácil de leite (MORAL *et al.*, 2010). Fatores relacionados a idade gestacional, fome, tempo e pressão da sucção, fadiga e saciedade também podem interferir no ritmo de sucção do RN, refletindo diretamente na respiração (MORAL *et al.*,2010).

Os recém-nascidos do grupo com menor idade gestacional em nosso estudo apresentaram maior tempo de deglutição do que de pausas, provavelmente devido ao fluxo fácil de leite associado a falta de controle oral causado pela imaturidade neurológica e falta de estímulo sensorial causado pelo uso prolongado de sonda orogástrica (EINARSSON-BACKES, 1994; ARAUJO *et al.*,2004). Além disso, saber lidar com a quantidade do bolo alimentar é critério fundamental para garantir a segurança e eficiência da alimentação. O aumento da quantidade do bolo alimentar pode ser indicativo de adaptabilidade do processo de deglutição com a maturidade, assim os RN vão se tornando aptos a deglutir maiores volumes e com maior capacidade de sucção (LAU *et al.*,2003).

Vários estudos tem mostrado o padrão de coordenação entre sucção – deglutição – respiração em recém-nascidos, tanto a termo como pré-termo, sob diferentes olhares, instrumentos e parâmetros, o que dificulta a comparação de dados e a uniformização dos dados para análise. Alguns desses estudos buscaram avaliar os sons da deglutição analisando uma única deglutição, através da identificação no histograma de sinais visuais, onde poderiam

ser identificados sinais iniciais discretos, sinal principal e sinais finais discretos (VICE *et al.*, 1990; VICE *et al.*, 1995,.. REYNOLDS *et al.*, 2002). Em nosso estudo analisamos o padrão de sucção-deglutição-respiração (GEWOLB *et al.*, 2001; DA NOBREGA *et al.*, 2004; BAUER *et al.*, 2008;.. FUCILE *et al.*, 2011) sem uma avaliação particularizada de um único evento de deglutição, em alinhamento com a maioria dos estudos nessa faixa etária. (VICE *et al.*, 1990,.. BAMFORD *et al.*, 1992,.. VICE *et al.*, 1995,REYNOLDS *et al.*, 2002).

A diferença de pausas para respirar entre recém-nascidos a termo em aleitamento e pré-termos alimentados com mamadeira também pode ser explicado pelo fato de que o fluxo de leite é menor para as crianças amamentadas e exige um esforço maior que demanda uma pausa respiratória para descansar com mais frequência. Além disso, o padrão de coordenação entre sucção-deglutição-respiração do recém-nascido a termo pode ter um papel mais ativo durante a alimentação do que nos recém-nascidos pré-termos em mamadeira, cujas pausas dependem de como o alimentador determina (MORAL *et al.*, 2010). Isso significa que o recém-nascido pré-termo pode ter um padrão mais passivo ou imaturo, isto é, quando confrontado com a dificuldade de manter a ventilação e a deglutição, eles reduzem a sua unidade de respiração para concentrar-se na alimentação (BAMFORD, 1992).

Em recém-nascidos pré-termo é sabido que o padrão de sucção-deglutição-respiração encontra-se incoordenado até pelo menos 32 semanas de idade gestacional. O estudo de Bamford *et al.* (1992), envolvendo recém-nascidos a termo que recebiam alimentação por mamadeira, verificou que a respiração e a deglutição não estavam totalmente coordenadas. A deglutição seguia um padrão rítmico enquanto a respiração era arritmica. A respiração nesses RN era reduzida durante a alimentação, devido a mamadeira ter fluxo de leite mais rápido, fazendo com que o RN necessitasse gastar mais tempo deglutindo. Concordando com essa pesquisa, nosso estudo encontrou um tempo de pausas para respirar menor para os recém-

nascidos que estavam em uso de mamadeira em comparação aos que estavam em aleitamento materno exclusivo.

Mizuno e Ueda (2003) realizaram um estudo com o objetivo de estabelecer dados sobre o processo de maturação do padrão de alimentação de recém-nascidos entre 32 e 36 semanas de idade gestacional. Verificaram que conforme aumenta a idade gestacional, os padrões de alimentação e a relação entre deglutição e respiração melhoram. Puderam observar também que o comportamento alimentar em recém-nascidos pré-termo apresenta maturação significativa entre 33 e 36 semanas de idade gestacional, com significativa diferença entre o padrão de coordenação SDR antes e após 34 semanas. No nosso estudo, os recém-nascidos apresentavam em média 35 semanas e cinco dias de idade gestacional; portanto, poderiam apresentar relativa habilidade para a alimentação. Alguns estudos referem que em RN até 36 semanas, a respiração durante a alimentação não está totalmente estabelecida, o que explica em nosso estudo a dificuldade dos recém-nascidos fazerem pausas para respirar.

Com 34 semanas de idade gestacional, a coordenação entre deglutição e respiração ainda não está totalmente organizada e a ventilação durante a sucção diminui mais do que nos nascidos a termo. Isso também ocorre em recém-nascidos com 35 e 36 semanas de idade gestacional (MIZUNO, 2003). Nossos resultados também concordam com esses achados, mostrando que prematuros tinham menos pausas para respirar que recém-nascidos a termo. Os histogramas do nosso estudo mostraram as pausas envolvidas no contexto da alimentação, o que é de suma importância para avaliar o padrão de coordenação dos RN, já que a dificuldade maior é organizar a deglutição com a respiração e não com a sucção (FUCILE *et al.*, 2011).

Em relação ao tipo de equipamento, a ausculta cervical digital que usamos neste estudo é viável nesta faixa etária e parece ser menos invasiva do que outros que usaram

cateteres conectados ao peito da mãe para medir a pressão de sucção intraoral (MIZUNO & UEDA, 2006; ROCHA, 2011), diferentes tipos de bicos de mamadeira (GOLDFIELD, 2006; FUCILE *et al.*, 2011; SAKALIDIS *et al.*, 2012), e cateteres nasais (BAMFORD, 1992, QUERESHI *et al.*, 2002). Nossa técnica pode avaliar os sons da deglutição de forma mais fisiológica, particularmente nas crianças com aleitamento materno, com mínima interferência externa garantindo a interação mãe-bebê durante o período de aleitamento.

Vice *et al.*, (1990 e 1995) foram os primeiros a utilizar a técnica da ausculta cervical digital com o uso de acelerômetro para avaliar os sons da deglutição em recém-nascidos. Nos dois estudos, avaliaram recém-nascidos a termo em uso de mamadeira e definiram padrões de deglutições, cujo sinal era definido por discretos sinais iniciais, sinal principal e discretos sinais finais, associados a pausa para respirar. As mudanças na amplitude e morfologia desses sinais e sua relação com a respiração forneceriam dados com relação a coordenação SDR.

Reynolds *et al.* (2002) também usaram a ausculta cervical através de acelerômetro para avaliar a coordenação SDR. Utilizaram uma sobreposição de discretos sinais iniciais de cada deglutição do RN para formar um índice de variância, e concluíram que quanto mais aumentava a idade gestacional do RN, mais uniforme era a sobreposição dos sinais e menos variava o índice. Assim, a uniformização dos sinais sugeriria maturação do padrão de deglutição e da coordenação.

Da Nobrega *et al.*, 2004 utilizaram um microfone colocado no pescoço para gravar os sons da deglutição de 23 prematuros de ambos os sexos, durante os períodos de início de liberação de via oral e após via oral plena. Histogramas individuais, envolvendo pausas, sucções e deglutições mostraram a coordenação SDR.

Para fins de homogeneização dos grupos amostrais nesse estudo, não foi possível estabelecer um tipo único de via de alimentação por mamadeira ou aleitamento exclusivo.

Esse pode ser um fator limitante, entretanto, as condutas quanto ao tipo de alimentação seguiram as rotinas assistenciais locais. Recém-nascidos a termo eram alimentados ao seio materno e pré-termos recebiam leite por mamadeira na transição da alimentação por sonda para a via oral. O ponto em comum entre os dois grupos foi que ambos estavam iniciando a alimentação por via oral. Assim, o foco da comparação entre os grupos foi verificar o quão prontas estavam os recém-nascidos para iniciar a alimentação por via oral. Outro fator limitante decorre do caráter transversal do estudo, visto que o acompanhamento dos recém-nascidos poderia ter fornecido mais informações sobre a evolução do processo de maturação. No entanto, a força deste estudo é que é o primeiro a mostrar o processo de sucção-deglutição-respiração de recém-nascidos a termo com menos de 48 horas de vida avaliada por ausculta cervical digital, um exame minimamente invasivo.

8 CONCLUSÃO

Em conclusão, demonstramos que a ausculta cervical digital é um exame de fácil execução e minimamente invasiva na avaliação da coordenação SDR em recém-nascidos a termo e pré-termo. Os recém-nascidos a termo com aleitamento materno dentro das primeiras 48h de vida apresentaram um padrão de coordenação sucção- deglutição- respiração com pausas para respirar mais prolongadas em comparação aos recém-nascidos pré-termo. Isso pode refletir o estágio do desenvolvimento do padrão de maturidade de processo de deglutição.

REFERÊNCIAS

1. Almeida ST, Ferlin E, Parente MA, Goldani HAS. Assessment of swallowing sounds by digital cervical auscultation in children. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2008; 117: 253-258.
2. Araújo KCS, Poyart MCMS, Barros MRM, Lopes JMA, Chiappetta ALML. Os efeitos do controle motor oral na alimentação de prematuros em unidades de terapia intensiva neonatal. *Rev CEFAC*. 2004; 6(4):382-7.
3. Bamford O, Taciak V, Gewolb IH. The relationship between rhythmic swallowing and breathing during suckle feeding in term neonates. *Pediatr Res*. 1992; 31: 619–24.
4. Baptista JM, Tenório MB. Desenvolvimento embrionário craniofacial e seu crescimento. In: Petrelli E. *Ortodontia para fonoaudiologia*. Curitiba: Lovise; 1994. p. 1-36.
5. Bauer, Prade LS, Keske-Soares M, Haëffner LSB, Weinmann ARM. The oral motor capacity and feeding performance of preterm newborn at the time of transition to oral feeding. *Braz J Med Biol Res*. 2008; 41(10): 904-7.
6. Bertocelli N, Cuomo G, Cattani S, Mazzi C, Pugliese M, Coccolini E, Zagni P, Mordini B, Ferrari F. Oral Feeding Competences of Healthy Preterm Infants: A Review. *Int J Ped*. 2012; 2012:5.
7. Bervian J, Fontana M, Caus B. Relação entre amamentação, desenvolvimento motor bucal e hábitos bucais – revisão de literatura. *Rev Fac Odont Univ Passo Fundo* 2008; 13:76-81.
8. Bigenzahn W. *Disfunções orofaciais na infância*. 2. ed. São Paulo: Santos, 2008.

9. Boiron M, Da Nobrega L, Roux S, Henrot A, Saliba E. Effects of oral stimulation and oral support on non-sucking and feeding performance in preterm infants. *Dev Med Child Neurol*.2007; 49:439-44.
10. Bosma JF, Hepburn LG, Josell SD, Baker K. Ultrasound demonstration of tongue motions during suckle feeding. *Dev Med Child Neurol* 1990; 32:223-229.
11. Chen CH, Wang TM, Chang HM, Chi CS. The effect of breast- and bottlefeeding on oxygen saturation and body temperature in preterm infants. *J Hum Lact* 2000; 16:21–27
12. Chicero JAY, Murdoch BE. Detection of swallowing sounds: methodology revisited. *Dysphagia*. 2002; 17:40-49.
13. Chicero JAY, Murdoch BE. Acoustic Signature of the Normal Swallow: Characterization by Age, Gender and bolus volume. *Ann. Otol. Rhinol. Laryngol*. 2002; 111: 623-632.
14. Cichero J. Applied Anatomy and physiology of the normal swallow. In: *Dysphagia: Foundation, Theory and Practice*. Cichero, JAY; Murdoch BE. Chichester: Ed John Wiley & Sons Ltd; 2006. p. 3-25.
15. Cichero J. Swallowing from infancy to old age. In: *Dysphagia: Foundation, Theory and Practice*. Cichero, JAY; Murdoch BE. Chichester: Ed John Wiley & Sons Ltd; 2006. p.25-46.
16. Costa CN, Lima GRS, Jorge RM, Malta RACG; Nerm K. Efetividade da intervenção fonoaudiológica no tempo de alta hospitalar do recém-nascido pré-termo. *Rev CEFAC*. 2007; 9(1): 72-78.
17. Da Nobrega L; Boiron M; Henrota A; Saliba E. Acoustic study of swallowing behavior in preterm infants during tube-bottle feeding and bottle feeding period. *Early Hum Devel* 2004; 78: 53-60.

18. De Paula A, Botelho I, Silva AA, Rezende JMM, Farias C, Mendes L. Avaliação da disfagia pediátrica através da videoendoscopia da deglutição. *Rev Bras ORL* 2002; 68(1): 91-6.
19. Douglas CR. Fisiologia da sucção. In: Douglas, CR. Fisiologia aplicada à Fonoaudiologia. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2006. p.316-324.
20. Douglas CR. Fisiologia da Deglutição. In: Douglas, CR. Fisiologia aplicada à Fonoaudiologia. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2006. p.351-369
21. Einarsson-Backes LM, Deitz J, Price R, Glass R, Hays R. The effect of oral support on sucking efficiency in preterm infants. *Am J Occup Ther.* 1994; 48(6):490-8.
22. Estrela F, Schneider FL, Aquini MG, Marrone ACH, Steffani, Jots GP. Controle neurológico da deglutição. In: Jotz GP, Angelis EC, Barros APB. Tratado da deglutição e disfagia. Rio de Janeiro: Revinter; 2009. p. 20-34.
23. Fucile S, McFarland DV, Gisel EG, Lau C. Oral and nonoral sensorimotor interventions facilitate suck-swallow-respiration functions and their coordination in preterms infants. *Early Hum Dev.* 2011; 88(6):345-50.
24. Furkim AM. Fisiologia da Deglutição Orofaríngea. In: Tratado de Fonoaudiologia. Fernandes FDM, Mendes BCA, Navas ALPGPN. São Paulo: Roca; 2009. p. 28-33.
25. Geddes TD, Chadwick LM, Kent JC, Garbin CP, Hartmann PE. Ultrasound Imaging of Infant Swallowing During Breast-Feeding. *Dysphagia.* 2009; 25(3):183-91.
26. Gewolb IH, Vice FL, Schweitzer-Kenney EL, Taciak VL, Bosma JF. Developmental pattern of rhythmic suckle and swallow in preterm infants. *Dev Med Child Neurol.* 2001; 43: 22-7.
27. Giugliani, E. R. J. Amamentação: como e porque promover. *Jornal de Pediatria*, v.70, n.3, p.138-151, 1994.

28. Goldfield EC, Richardson MJ, Lee KG, Margetts S. Coordination of sucking, swallowing, and breathing and oxygen saturation during early infant breast-feeding and bottlefeeding. *Pediatr Res* 2006; 60: 450–455.
29. Gomes CF, Trezza EMC, Murade ECM, Padovani CR. Surface electromyography of facial muscles during natural and artificial feeding of infants. *J Pediatr* 2006; 82:103–9.
30. Harding C. An evaluation of benefits of non-nutritive sucking for premature infants as described in the literature. *Arch Dis Child*. 2009; 94: 636-40.
31. Hernandez AM. Atuação fonoaudiológica em neonatologia: uma proposta de intervenção. In: ANDRADE, C. R. F., org. Fonoaudiologia em berçário normal e de risco-Série Atualidades em Fonoaudiologia. São Paulo: Lovise; 1996. p.43-98.
32. Hernandez AM. Atuação fonoaudiológica com o sistema estomatognático e a função de alimentação. In: Hernandez AM. Conhecimentos essenciais para atender bem o neonato. São Paulo: Pulso; 2003. p. 47-78.
33. HioRN MP, Ryan MM. Current practice in pediatric videofluoroscopy. *Pediatr Radiol*. 2006; 36: 911–919.
34. Jotz GP, Dornelles S. Fisiologia da deglutição. In: Jotz GP, Angelis EC, Barros APB. Tratado da deglutição e disfagia no adulto e na criança. Rio de Janeiro: Revinter; 2009. p.16-9.
35. Lau C, Smith EO, Schanler RJ. Coordination of suck-swallow and swallow respiration in preterm infants. *Acta Paediatr*. 2003; (6):721-7.
36. Lau C, Hurst N. Oral feeding in infants. *Curr Probl Pediatr* 1999; 29:105-124.
37. Leopold NA, Kagel MC. Swallowing ingestion and dysphagia: a reappraisal. *Arch Phys Med Rehabil*. 1983; 64:371-3.

38. Logan W, Kavanagh J, Wornall A . Sonic correlates of human deglutition. *J App Physiol.* 1967; 23: 279-284.
39. Logemann JA. Evaluation and treatment of swallowing disorders. Austin: Pro-Ed, 1983.
40. Macías MER, Meneses GJS. Physiology of nutritive sucking in newborn and infants. *Bol Med Hosp Infant Mex* 2011;68(4):296-303.
41. Madureira DL. Deglutição em neonatos. In: Ferreira LP, Befi-Lopes DM, Limongi SCO. *Tratado de fonoaudiologia.* São Paulo: Roca; 2005. p.219-29
42. Matthews CL. Supporting suck-swallow-breath coordination during napple feeding. *Am J Occup Ther.* 1994; 48: 561-2.
43. Mathew OP, Bhatia J 1989 Sucking and breathing patteRN during breast and bottle feeding in term neonates. *Am J Dis Child* 143:588-592
44. Mathew OP, Clark ML, Pronske ML, Luna-Solórzano HG, Peterson MD. Breathing pattern and ventilation during oral feeding in term newborn infants. *J Pediatr* 1985;106:810-813.
45. Mccain GC, Gartside PS, Greenberg JM, Lott JW. A feeding protocol for healthy preterm infants that shortens time to oral feeding. *J Pediatr.* 2001; 139:374-9
46. Mckaig TN. Ausculta cervical e torácica. In: Furkim, A.M.; Santini, C. S. (org.) *Disfagias Orofaríngeas.* São Paulo: Pró-Fono,1999. p. 171-188.
47. Medeiros, AMC .A existência de "sistema sensório-motor integrado" em recém-nascidos humanos. *Psicol. USP [online].* 2007, vol.18, n.2, p. 11-33.
48. Medoff-Cooper B, Bilker W, Kaplan JM. Sucking patteRN and behavioral state in 1 and 2 day old full term infants. *Journal Obstet Gynecol Neonatal Nurs.* 2010; 39(5): 519-524.

49. Miller JL, Sonies BC, Macedonia CM. Emergence of oropharyngeal, laryngeal and swallowing activity in the developing fetal upper aerodigestive tract: an ultrasound evaluation. *Early Hum Dev.* 2003; 71: 61–87.
50. Mizuno K, Ueda A. Changes in Sucking Performance from Non-nutritive Sucking to Nutritive Sucking During Breast-and Bottle-feeding. *Pediatr. Res.* 2006; 59: 728-731.
51. Mizuno K, Ueda A, Takeuchi T. Effects of different fluids on the relationship between swallowing and breathing during nutritive sucking in neonates. *Biol Neonate* 2002; 81:45-50.
52. Mizuno K, Ueda A. The maturation and coordination of sucking, swallowing, and respiration in preterm infants. *J Pediatr* 2003; 142(1):36-40.
53. Moore, KL; Persaud, T V N. Aparelho faríngeo. In: Moore KL, Persaud TVN. *Embriologia básica*. 7ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. P. 171-89.
54. Moral A, Bolibar I, Seguranyes G, Ustrell JM, Sebastiá G, Martínez-Barba C, *et al.*. Mechanics of sucking: comparison between bottle feeding and breastfeeding. *BMC Pediatr* 2010; 11:10-6.
55. Silva-Munhoz LF, Bühler KEB. Fluoroscopic findings of swallowing: comparison between preterm and full-term infants. *J Soc Bras Fonoaudiol.* 2011;23(3):206-13.
56. Neifert M, Lawrence R, Seacat J. Nipple confusion: toward a formal definition. *Pediatrics*, 1995; 126:125-9.
57. Neiva FBC. Sucção em recém-nascidos: algumas contribuições da fonoaudiologia. *Pediatr.* 2000; 22(3): 264-270.
58. Queiroz AM, Silva FWGP, Borssato MC, Filho PN, Serrano KVD. Fisiologia e importância do aleitamento materno. *Odontol. Clín-Cient.* 2011; 399-403.

59. Qureshi MA, Vice FL, Taciak V, Bosma JF, Gewolb IH. Changes in rhythmic suckle and swallow patten during feeding in term infants in the first month of life. *Dev Med Child Neurol* 2002; 44: 34–39.
60. Reissland N, Mason C, Schaal B, Lincoln K. Prenatal Mouth Movements: Can We Identify Co-Ordinated Fetal Mouth and LIP Actions Necessary for Feeding? *Int J Ped.* 2012; 5.
61. Reynolds EW, Vice FL, Bosma JF, Gelwolb IH. Cervical accelerometry in preterm infants. *Dev Med Child Neurol.* 2002; 44:587-592.
62. Reynolds EW, Vice FL, Gewolb IH. Variability of swallow-associated sounds in adults and infants. *Dysphagia.* 2009; 24(1):13-19.
63. Riesgo RDS, Ohlweiler L, Winckler MIB, Ranzan J, Riesgo IS, Rotta NT. Neurologic vigor of term newborns according to the type of delivery and obstetric maneuvers. *Rev Bras Ginecol Obstet.* 2009, 31:279-284.
64. Rocha AD, Lopes, JMDA, Ramos JRM, Gomes SC, Lucena SL, Medeiros A, Moreira, MEL. Development of a technique for evaluating temporal parameters of sucking in breastfeeding preterm newborn. *Early Hum Dev.* 2011; 87(8):545-8.
65. Sakalidis V, McClellan H, Hepworth A, Kent J, Lai C, Hartmann P, Geddes D. Oxygen saturation and suck-swallow-breathe coordination of term infants during breastfeeding and feeding from a teat releasing milk only with vacuum. *Int J Ped.* 2012; 130769.10 .
66. Salinas-Valdebenito L, Núñez-Farias AC, Milagros A, Escobar-H. RG. Caracterización clínica y evolución tras la intervención terapéutica de trastornos de deglución en pacientes pediátricos hospitalizados. *Rev Neurol* 2010; 50: 139-44.
67. Santos RS, Macedo Filho ED. Sonar Doppler como instrumento de avaliação da deglutição. *Arq Int Otorrinolaringol.* 2006;10:182–91.

68. Shivpuri CR, Martin RJ, Waldemar AC, Fanaroff AA . Decreased ventilation in preterm infants during oral feeding. *J Pediatr.* 1983; 103:285-289.
69. Stark AR, Adamkin DH, Batton DG. Hospital discharge of the high-risk neonate committee on fetus and newborn. *Pediatr.* 2008; 122(5): 1119–1126.
70. Takahashi K, Groher M, Michi K. Methodology for detecting swallowing sounds. *Dysphagia.* 1994; 9(1): 54-62.
71. Van der Meer ALH, Holden G, Van der Weel FR . Coordination of sucking, swallowing, and breathing in healthy newborn. *J Ped Neonat.* 2005; 2 (2): 69-72.
72. Vice F L, Heinz JM, Giuriati G, Hood M, Bosma JF. Cervical auscultation of suckle feeding in newborn infants. *Dev Med Child Neurol.* 1990; 32: 760-768.
73. Vice FL, Bamford O, Heinz JM, Bosma JF. Correlation of cervical auscultation with physiological recording during suckle-feeding in newborn infants. *Dev Med Child Neurol.* 1995; 37:167-179.
74. Yamamoto RCC, Keske-Soares M, Weimann ARM. Características da sucção nutritiva na liberação da via oral em recém-nascidos pré-termo de diferentes idades gestacionais. *Soc Bras Fonoaud.* 2009;14 (1): 98-105.
75. Weber F, Woolridge MW, Baum JD. An ultrasonographic study of the organization of sucking and swallowing by newborn infants. *Dev. Med. Child Neurol.*, 1986; 28: 19–24.
76. Wrotniak BH, Stettier N, Medoff-Cooper B. The relationship between birth weight and feeding maturation in preterm infants. *Acta Paediatr.* 2009: 286-290.
77. Zemlin WR. Princípios de anatomia e fisiologia em Fonoaudiologia. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2005.

ANEXOS

Anexo 1- TCLE

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Projeto de estudo: AVALIAÇÃO DA COORDENAÇÃO SUCÇÃO / DEGLUTIÇÃO/ RESPIRAÇÃO ATRAVÉS DA AUSCULTA CERVICAL DIGITAL EM RECÉM-NASCIDOS PRÉ-TERMO E A TERMO

Responsável pelo projeto: Fonoaudióloga Caroline Silveira e Dra Helena Goldani

Local de realização: Unidade de Neonatologia, Hospital Fêmina – Grupo Hospitalar Conceição

Este projeto de pesquisa tem como objetivo avaliar o padrão de deglutição de recém-nascidos através de um método novo: a ausculta cervical digital. Esta ausculta cervical servirá para avaliar o desenvolvimento do padrão de sucção-deglutição-respiração e pode ajudar na avaliação da maturação do padrão de alimentação. Para isso, recém-nascidos a termo passarão por uma avaliação de ausculta cervical, que será o registro dos sons da deglutição.

Eu _____, autorizo meu filho(a) a participar deste projeto de estudo. Meu filho passará por uma avaliação de ausculta cervical digital que será feita da seguinte forma:

- 1) fixação de um microfone no pescoço com uma fita adesiva;
- 2) ingestão da dieta indicada pelo médico.
- 3) captação dos sinais da deglutição através do microfone e gravação no computador.

Autorizo a utilização dos dados da avaliação para fazer parte desta pesquisa. Fui esclarecido sobre a garantia do anonimato do paciente que faz parte da pesquisa e também fui apresentado às opções de participar ou não participar desta pesquisa. A decisão de não participação ou a desistência após a assinatura do consentimento, não irão influenciar no tratamento que o meu filho receberá na internação neste hospital.

Porto Alegre, de de 20 .

Nome do Responsável: _____

Assinatura: _____

Grau de parentesco: _____

Pesquisador: _____

Contato para esclarecimento de dúvidas: Fga Caroline Silveira, Rua Dr. Otávio Santos 111/508, 51-91482218. Em caso de dúvida em relação a algum aspecto ético da pesquisa, o responsável pelo paciente poderá contatar o Comitê de Ética em Pesquisa do GHC. Coordenador Geral GEP/GHC: Sr Daniel Demétrio Faustino da Silva, fone 51-33572407.

Anexo 2 - Artigo Original em Inglês

Suckle-swallow-breathing pattern in breastfed full-term newborn infants within the early post-natal period and preterm infants

Caroline S. Silva^a; Sheila T. Almeida^b; Elton L. Ferlin^c, Natalia B. Lima^d; Luis Fernando B. Borges^d; Carolina C. Meneghetti^d; Mauro A. Bohrer^{d,e}; Helena A.S. Goldani^{a,b,f}

^aPost-Graduate Program of Child and Adolescent Health and ^bSciences in Gastroenterology, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS); ^cModelling and Signal Analysis Unit, Hospital de Clinicas de Porto Alegre; ^dFaculdade de Medicina-UFRGS; ^eNeonatology Service – Hospital Femina, Grupo Hospitalar Conceição; ^fPediatric Gastroenterology Unit, Hospital de Clínicas de Porto Alegre – UFRGS.

Corresponding author:

Caroline S. da Silva, MSc

Post-Graduate Program of Child and Adolescent Health, Rua Ramiro Barcelos 2350, CEP

90035-903 Porto Alegre-RS, Brazil . Fax: +55 51 3359 8123

Email: carolsfono@yahoo.com

ABSTRACT

Full term newborn infants are expected to have the ability to coordinate the sucking-swallow-breath (S-S-B) process whereas preterm infants have uncoordinated swallowing prior to 34 weeks of postconceptional age. This study aimed to assess the coordination of S-S-B pattern of full term newborn infants on exclusive breastfeeding within the early post-natal period and compare with preterm infants at bottle-feeding by using a microphone through a cervical digital auscultation. *Study design and subjects:* Thirty-two full term infants on exclusive breastfeeding and 32 preterm infants were assessed. All infants underwent digital cervical auscultation whilst being fed by using a microphone connected to the neck. Audiosignals were recorded. Mean values of 3 audiosignals recordings of 30s each were used for each infant. SSS was considered as either sucking or swallowing. The following variables were analyzed: total number of SSS in 30s; total duration of SSS in 30s; total number of respiratory pauses >2.5s in 30s; total duration of respiratory pauses >2.5s. *Results:* Total duration of SSS was significantly higher in preterm ($19.38 \pm 4.30s$) than full term infants ($12.58 \pm 5.68s$), $p < 0.001$. Number of pauses in 30s was significantly higher in full term (2.50 ± 0.81) than preterm infants (1.96 ± 0.83), $p = 0.01$. Total duration of pauses was significantly higher in full term ($17.41 \pm 5.68s$) than preterm infants ($10.23 \pm 4.20s$), $p < 0.001$. *Conclusion:* Full term breastfed infants within the first days of life have prolonged respiratory pauses during the S-S-B process. This may reflect the development of the mature pattern of swallowing process with lifelong consequences.

Key words: cervical auscultation, infants, preterm, swallowing, coordination, breastfeeding

1. INTRODUCTION

Oral motor function in infants requires an efficient coordination of suckle-swallow-breathing (S-S-B) process to ensure an efficient and safe feeding [1-5]. At birth the newborn has the ability of spontaneous sucking and competence to suck and swallow efficiently, coordinating with breathing periods whereas preterm infants have uncoordinated swallowing prior to 34 weeks of postconceptional age (PCA) [6,7]. This uncoordinated process occurs as a consequence of prematurity and can cause nutrient malabsorption and failure to thrive in severe cases [8].

Digital cervical auscultation is a new method to characterize the swallowing sounds and has been increasingly used in adults [9,10]. In regard of the pediatric population, some studies looked for a better understanding of the physiology of the swallowing process and mainly the maturational process of the S-S-B pattern [3,11-14]. Several studies showed the maturational process of swallowing process from preterm to full term babies; however, a lack of a uniform method of assessment makes the interpretation of the data on S-S-B pattern difficult. For example studies compared variables in different settings such as types of feedings (bottle or breastfeeding) [15-17]; milk flow and types of nipples of bottle feeding [17]; PCA and postnatal age [3,18-20]; and different tools [3,4,13,14,18,21-23]

The sucking efficacy significantly increased between 34 and 36 weeks PCA assessed by sucking pressure and frequency. Another important parameter that represents the maturation process regards the pauses in respiration. In immature infants swallowing can frequently interrupt respiration during feeding whereas in mature infants breathing is expected to be well coordinated with swallowing. The optimal suckle feeding might be expected to show prolonged periods of regularly coordinated swallows and breaths [24].

Although it is well known that full term infants have a more mature coordination process of S-S-B pattern than the preterm infants, there is a lack of studies regarding how ready and how mature these full term infants are soon after birth. Thus, this study aimed to assess the coordination of S-S-B pattern of full term infants at the initiation of breastfeeding and compare it with preterm infants at the initiation of oral feeding by using a microphone through a cervical digital auscultation.

2. SUBJECTS AND METHODS

This study was approved by the Research Ethics Committee of Hospital Nossa Senhora da Conceição - Grupo Hospitalar Conceição (Project no. 195/09). Informed and written consents were obtained from all newborns mothers prior to their participation in the study.

Patients

From November 2010 to July 2012, 80 infants who were initiating oral feeding were eligible for the study and were separated in two groups: 40 healthy term infants on exclusive breastfeeding assessed within the 48hs postnatal age and 40 preterm infants at the transition from tube feeding to oral feeding.

All term infants had uncomplicated postnatal courses, and with gestational ages ranging from 37 to 42 weeks, 17 were born by vaginal delivery and 15 by cesarean section. All had birth weight >2500 g and Apgar scores ≥ 7 at both 1 and 5 minutes. Exclusion criteria included any form of respiratory distress, *in utero* exposure to drugs, known infection requiring antibiotics, and congenital abnormalities. All term newborns had breastfeeding *ad libitum* introduced soon after birth and were evaluated in the nursery before discharge and none had bottle feeding as it was a routine guideline of the local maternity.

The preterm infants had post conceptual age within 34 and 36 weeks and 6 days determined by maternal dates and antenatal ultrasonography and weight $\geq 1500\text{g}$. All were on the first day of introduction of oral feeding at the discretion of the attending physician following a period of oral tube feeding. All preterm infants were considered as “healthy” since the exclusion criteria were as follows: intraventricular hemorrhage grades III and IV; perinatal asphyxia; necrotizing enterocolitis; genetic syndrome; bronchopulmonary dysplasia or other chronic lung disease; intrauterine growth retardation; severe jaundice with exsanguination transfusion, neurologic disorders of any etiology; craniofacial malformation; any abnormality that impairs normal swallowing and breathing or requires oxygen therapy.

During the data analysis, 16 were excluded due to artefact and difficulty on interpretation in the acoustic signals, 8 from each group. Thus, 32 infants from each group took part effectively of the study. Data regarding pregnancy, birth and current clinical status were obtained from the patients’ records.

Equipment and Suck-swallow-breathe data

An acoustic detector and a preamplifier with filter connected to a computer were used for the cervical digital auscultation. The acoustic detector employed was a piezoelectric microphone with a flat response curve (-3 dB) between 15 Hz and 15,000 Hz. A Butterworth bandpass fourth-order filter design with a low-frequency cut off at 15 Hz and an upper frequency cut off at 15,000 Hz with a rejection band attenuation of 12 dB per octave. Acoustic signals were acquired at a sampling rate of 44,100 samples per second and at a 16-bit quantitative level. The spectrogram was computed (Raven software, version 1.1) by using the fast Fourier transform with 1,024 samples, a Hanning window, and a superposition level of 50%. The frequency resolution was 43.1 Hz with temporal resolution corresponding to 11.6 ms [25].

The preterm infants were assessed during one of the feeding times of their first day of oral feeding. Initially, the optimal area for microphone placement in the neck was identified by manual palpation of the neck whilst a non-nutritive sucking was stimulated with the examiner's gloved finger. The microphone was then placed over the cricoide and fixed with a hypoallergenic tape. This microphone was connected to a pre-amplifier and computer (Figure 1). Each infant was studied at his/her normal feeding time, using the infant's regular milk formula, at room temperature. The infants were instrumented approximately 15 min before a feed and cardiac and oxygen saturation were continuously monitored. Data recording started at the same time the infant initiated sucking the bottle formula given by the mother or the nursery assistant inside the incubator in supine position or on the mother's lap.

The mothers of breastfed infants had their milk production assessed since they were questioned about breast status feeling after breastfeeding (sensation of fullness or emptiness). This information was used as a proxy of nutritive suck [23]. The infant was placed in the mother's lap in the traditional breastfeeding posture, and the examiner adjusted the microphone in the infant's neck following the same procedure as for preterm infants seeking the best microphone placement. Further to a comfortable posture with the microphone, the examiner asked the mother to start feeding. All instruments were ensured that recording was feasible during the first 2-3 min whilst an adequate mouth-nipple contact and complete settle down were awaited. After that, recording was effectively performed until the 5th min of feeding.

Digital cervical auscultation analysis

Three audiosignal recordings of 30s were used for each infant, either term or preterm infants. The definitions of the temporal parameters of sucking and/or swallowing used in this study are as follows [3,18]: SSS was considered as either "sucking and/or swallowing signal"

as it is usually difficult to differentiate them in terms of acoustic signal and newborn usually demonstrate a ratio of 1:1:1 (suck-swallow-breathe) [21]. Due to this reason, we considered SSS as any signal of sucking and/or swallowing, without distinction between them. For analysis, SSS means an overflow audible and visible in the histogram that represents a suck and/or swallow. The duration of the SSS (in seconds) was counted from the baseline when a sucking/swallow burst began until its end. Pause for breathing was considered when it was longer than 2.5 s separating one SSS from another.

The following variables were analysed to assess the S-S-B pattern: *a)* total number of SSS in 30 s; *b)* total duration of SSS in 30 s; *c)* number of pauses >2.5 s in 30s, *d)* total duration of the pauses > 2.5 s. The number and duration of pauses quantify the breathing time taken by the infants whilst feeding.

All interpretation data was performed by two trained examiners (CS and SA) and a consensus was reached for the analysis of all data.

Statistical analysis

Data are presented as mean (\pm SD) for categorical variables. Student's *t* test was used to compare data from the groups and significance was considered when *P* was < 0.05. Software used was SPSS for Windows, version 13.0 (SPSS Incorporation, 1998).

3. RESULTS

Demographic data and patients' features are shown in table 1. Mean (\pm DP) postconceptual age of the term infants and preterm infantas was 39 weeks+6 days \pm 9.1 days and 35weeks+5days \pm 9.8days, respectively. Mean (\pm DP) postnatal age of the term infants

was 1.34 ± 0.4 days and preterm was 23.5 ± 16.7 days. Mean (\pm DP) weight of term infants was $3,317 \pm 536$ g and preterm was $1,739 \pm 210$ g.

There was an equally distributed proportion of boys (33.51%) and girls (31.49%) in the two groups. In regard of type of birth, caesarean section (71.8%) was predominant in the preterm group whereas a similar distribution was found in the term infants (vaginal delivery 53.1%).

In regard of digital cervical auscultation results, total duration of SSS was significantly higher in preterm (19.38 ± 4.30 s) than full term infants (12.58 ± 5.68 s), $p < 0.001$. There was no significant difference in number of SSS in 30s between the preterm and term infants. The number of pauses in 30s was significantly higher in full term (2.50 ± 0.81) than preterm infants (1.96 ± 0.83), $p = 0.01$. Moreover, total duration of pauses was significantly higher in term (17.41 ± 5.68) than preterm infants (10.23 ± 4.20), $p < 0.001$.

Figure 2 showed a histogram of a preterm infant and figure 3 showed a histogram of a term newborn infant within 48hs of age on breastfeeding.

4. DISCUSSION

This study assessed the acoustic sounds of the sucking-swallowing-breathing pattern of term infants at the initiation of breastfeeding and preterm infants at the initiation of oral feeding. The main finding was that breastfed term newborns within 48hs of age had prolonged episodes of pause for breathing on breastfeeding. This is the first study to show this pattern in term infants during the immediate postnatal period by using the digital cervical auscultation.

In comparison with studies of older term infants on bottle or breastfeeding, we found a higher number and duration of pause for breathings during the S-S-B process. This may be

explained by the fact that even though the full term infants are considered competent feeders at birth with the ability to coordinate the S-S-B pattern it might take some time to fully coordinate it. Nonetheless, it has been shown that full term newborn infants within 48 hours of life on bottle feeding did not coordinate their swallowing and breathing rhythms. The rates of swallowing and breathing should be identical but those infants had their breathing not stably coordinated with swallowing and ventilation was reduced during feeding. [18,26,27].

On the other hand, this “immature” pattern might be due the low flow of the breastmilk before the milk ejection reflex that demands more effort from the infant. Studies on intraoral negative pressure showed that those infants had higher non-nutritive sucking pressure [15] as vacuum is an important factor in milk removal from the breast [17]. Thus, this would make the infant to have more pause for breathings to rest. Additionally, the bottle producing faster milk flow makes the infant spend more time swallowing and less time is available for air intake [28]. It has been shown that infants on bottle feeding as young as 1-3 months of age have lower number of pause for breathings, possibly because of the easy milk flow [16].

Several studies evaluated the swallowing sounds by using visual histogram of a single swallowing showing discrete initial sounds, main signal and discrete ending signals [11-13]. In this study we analyzed the pattern of S-S-B pattern likewise other studies [1,3,4,29]; however a lack of standardized method of data acquisition and analysis was found. [11-13,18]. Studies of the last ten years regarding the assessment of the S-S-B pattern are summarized on Table 3.

The difference of pauses between full term breastfed and preterm bottle-fed might also be explained by the fact that the milk flow is lower for the breastfeeding infants and demands a stronger effort that makes the infants to breathe and rest more often. Furthermore, the more

mature S-S-B pattern of the full term infant may have a more active role during feeding than the preterm infants on bottle feeding whose breath pauses depend on how the feeder determines it [16]. It means that the preterm may have a more passive or immature pattern, that when faced with the difficulty of maintaining both ventilation and swallowing, they reduce their breathing drive and concentrate on feeding [18].

In preterm infants it is known that the S-S-B pattern is uncoordinated until at least 32 weeks of PCA. Even at 34 weeks of PCA the coordination between swallowing and breathing is not yet fully organized as ventilation during sucking decreases more than full term infants. It also occurs in infants at 35-36 weeks of PCA [15]. Our findings are in agreement with that as the preterm infants had less pause for breathings than full term infants.

In regard of the type of equipment, the digital cervical auscultation that we used in this study is feasible in this age group and seems to be less invasive than others that used a polyethylene catheter attached to the mother's breast to measure the intraoral suction pressure [15,23]; different types of bottle nipples [4,17, 41]; and nasal catheters to measure breath rates [18,20]. Conversely, our technique assessed the swallowing sounds in a more physiological manner, particularly in the breastfed infants, where a minimal external interference is warranted to maintain the infant-mother interaction during the feeding period.

The limitation of this study is due to the study design comparing two groups with more than one variable subject to comparison (age and type of feeding). Even though preterm infants were on bottle feeding, and not on breastfeeding as ideally should be to have a more homogeneous comparison, the common issue between the two groups was that both groups were initiating oral feeding. A follow up assessment might have given more information regarding the evolution of maturation process. Another limitation was related with difficulties with the equipment such as microphone fixation in the short neck. However, the strength of

this study is that it is the first study to show the S-S-B pattern in full term breastfed infants with less than 48hs of age assessed by a more physiological equipment.

In conclusion, full term breastfed infants within first days of life have prolonged pause for breathings during the suckle-swallow-breathing process. This may reflect the development of the mature pattern of swallowing process with lifelong beneficial consequences.

Conflict of interest: all authors declare no conflict of interest.

REFERENCES

1. Bauer MA, Prade LS, Keske-Soares M, Haëffner LS, Weinmann AR. The oral motor capacity and feeding performance of preterm newborn at the time of transition to oral feeding. *Braz J Med Biol Res.* 2008;41(10):904-7.
2. Boiron M, Da Nobrega L, Roux S, Henrot A, Saliba E. Effects of oral stimulation and oral support on non-nutritive sucking and feeding performance in preterm infants. *Dev Med Child Neurol.* 2007;49(6):439-44.
3. Da Nobrega L, Boiron M, Henrot A, Saliba E. Acoustic study of swallowing behaviour in premature infants during tube-bottle feeding and bottle feeding period. *Early Hum Dev.* 2004;78(1):53-60.
4. Fucile S, McFarland DH, Gisel EG, Lau C. Oral and nonoral sensorimotor interventions facilitate suck-swallow-respiration functions and their coordination in preterm infants. *Early Hum Dev.* 2012;88(6):345-50.
5. Harding C. An evaluation of the benefits of non-nutritive sucking for premature infants as described in the literature. *Arch Dis Child.* 2009;94(8):636-40.

6. Matthews CL. Am J Occup Ther. Supporting suck-swallow-breath coordination during nipple feeding. 1994;48(6):561-2.
7. McCain GC, Gartside PS, Greenberg JM, Lott JW. A feeding protocol for healthy preterm infants that shortens time to oral feeding. J Pediatr. 2001; 139(3):374-9.
8. Bertocelli N, Cuomo G, Cattani S, Mazzi C, Pugliese M, Coccolini E et al. Oral feeding competences of healthy preterm infants: a review. Int J Pediatr. 2012;2012:896257.
9. Cichero JA, Murdoch BE. Detection of swallowing sounds: methodology revisited. Dysphagia. 2002;17(1):40-9.
10. Takahashi K, Groher M, Michi K. Methodology for detecting swallowing sounds. Dysphagia. 1994; 9(1):54-62.
11. Vice F L, Heinz JM, Giuriati G, Hood M, Bosma JF. Cervical auscultation of suckle feeding in newborn infants. Dev Med Child Neurol. 1990; 32: 760-768.
12. Vice FL, Bamford O, Heinz JM, Bosma JF. Correlation of cervical auscultation with physiological recording during suckle-feeding in newborn infants. Dev Med Child Neurol. 1995; 37(2):167-179.
13. Reynolds EW, Vice FL, Bosma JF, Gelwolb IH. Cervical accelerometry in preterm infants. Dev Med Child Neurol. 2002; 44(9):587-592.
14. Reynolds EW, Vice FL, Gewolb IH. Variability of swallow-associated sounds in adults and infants. Dysphagia. 2009; 24(1):13-9.
15. Mizuno K, Ueda A. Changes in sucking performance from nonnutritive sucking to nutritive sucking during breast- and bottle-feeding. Pediatr Res. 2006;59(5):728-31.
16. Moral A, Bolibar I, Seguranyes G, Ustrell JM, Sebastiá G, Martínez-Barba C et al. Mechanics of sucking: comparison between bottle feeding and breastfeeding. BMC Pediatr. 2010; 11:10:6.

17. Sakalidis VS, McClellan HL, Hepworth AR, Kent JC, Lai CT, Hartmann PE et al. Oxygen Saturation and Suck-Swallow-Breathe Coordination of Term Infants during Breastfeeding and Feeding from a Teat Releasing Milk Only with Vacuum. *Int J Pediatr*. 2012;2012:130769.
18. Bamford O, Taciak V, Gewolb IH. The relationship between rhythmic swallowing and breathing during suckle feeding in term neonates. *Pediatr Res*. 1992;31(6):619-24.
19. Gewolb IH, Vice FL, Schweitzer-Kenney EL, Taciak VL, Bosma JF. Developmental pattern of rhythmic suckle and swallow in preterm infants. *Dev Med Child Neurol*. 2001; 43: 22–7.
20. Qureshi MA, Vice FL, Taciak V, Bosma JF, Gewolb IH. Changes in rhythmic suckle and swallow pattern during feeding in term infants in the first month of life. *Dev Med Child Neurol* 2002; 44(1):34–39.
21. Lau C, Smith EO, Schanler RJ. Coordination of suck-swallow and swallow respiration in preterm infants. *Acta Paediatr*. 2003;92(6):721-7.
22. Silva-Munhoz LF, Bühler KE. Fluoroscopic findings of swallowing: comparison between preterm and full-term infants. *J Soc Bras Fonoaudiol*. 2010; 22(4):525-30.
23. Rocha AD, Lopes JM, Ramos JR, Gomes SC Jr, Lopes Lucena S, Medeiros A, Lopes Moreira ME. Development of a technique for evaluating temporal parameters of sucking in breastfeeding preterm newborn. *Early Hum Dev*. 2011;87(8):545-8
24. Mizuno K, Ueda A. The maturation and coordination of sucking, swallowing, and respiration in preterm infants. *J Pediatr*. 2003;142(1):36-40.
25. Almeida ST, Ferlin EL, Parente MA, Goldani HA. Assessment of swallowing sounds by digital cervical auscultation in children. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2008 ;117(4):253-8

26. Mathew OP, Clark ML, Pronske ML, Luna-Solarzano HG, Peterson MD. Breathing pattern and ventilation during oral feeding in term newborn infants. *J Pediatr.* 1985;106(5):810-3.
27. Shivpuri CR, Martin RJ, Carlo WA, Fanaroff AA. Decreased ventilation in preterm infants during oral feeding. *J Pediatr.* 1983;103(2):285-9
28. Mathew OP, Bhatia J. Sucking and breathing pattern during breast- and bottle-feeding in term neonates. Effects of nutrient delivery and composition. *Am J Dis Child.* 1989;143(5):588-92.
29. Gewolb IH, Vice FL. Maturation changes in the rhythms, patterning, and coordination of respiration and swallow during feeding in preterm and term infants. *Dev Med Child Neurol.* 2006;48(7):589-94.
30. Gewolb IH, Fishman D, Qureshi MA, Vice FL. Coordination of suck-swallow-respiration in infants born to mothers with drug-abuse problems. *Dev Med Child Neurol.* 2004;46(10):700-5.
31. Van der Meer A. Coordination of sucking, swallowing, and breathing in healthy newborn. *J Ped Neonatal,* 2005; 2(2): NT69-72.
32. Scheel CE, Schanler RJ, Lau C. Does the choice of bottle nipple affect the oral feeding performance of very-low-birthweight (VLBW) infants? *Acta Paediatr.* 2005;94(9):1266-72.
33. Amaizu N, Shulman R, Schanler R, Lau C. Maturation of oral feeding skills in preterm infants. *Acta Paediatr.* 2008;97(1):61-7.
34. Kelly BN, Huckabee ML, Jones RD, Frampton CM. The first year of human life: coordinating respiration and nutritive swallowing. *Dysphagia.* 2007;22(1):37-43

35. Mizuno K, Nishida Y, Taki M, Hibino S, Murase M, Sakurai M, Itabashi K. Infants with bronchopulmonary dysplasia suckle with weak pressures to maintain breathing during feeding. *Pediatrics*. 2007;120(4):e1035-42.
36. Vice FL, Gewolb IH. Respiratory pattern and strategies during feeding in preterm infants. *Dev Med Child Neurol*. 2008;50(6):467-72.
37. Boiron, M, Da Nobrega L, Roux S, Saliba E. Pharyngeal swallowing rhythm in response to oral sensorimotor programs in preterm infants. *J Neonatal Nurs* 2009;15:123-128.
38. Medoff-Cooper B, Bilker W, Kaplan JM. Sucking pattern and behavioral state in 1- and 2-day-old full-term infants. *J Obstet Gynecol Neonatal Nurs*. 2010;39(5):519-24.
39. Geddes DT, Chadwick LM, Kent JC, Garbin CP, Hartmann PE. Ultrasound imaging of infant swallowing during breast-feeding. *Dysphagia*. 2010;25(3):183-9140.
40. Sakalidis VS, Kent JC, Garbin CP, Hepworth AR, Hartmann PE, Geddes DT. Longitudinal changes in suck-swallow-breathe, oxygen saturation, and heart rate pattern in term breastfeeding infants. *J Hum Lact*. 2013; 29(2):236-45
41. Goldfield EC, Richardson MJ, Lee KG, Margetts S. Coordination of sucking, swallowing, and breathing and oxygen saturation during early infant breast-feeding and bottle-feeding. *Pediatr Res*. 2006;60(4):450-5

FIGURE LEGENDS:

Figure 1: Equipment for digital cervical auscultation: acoustic sucking-swallowing-breathing sounds are captured by the microphone (A), and passed through a pre-amplifier (B) and registered and stored on a computer (C).

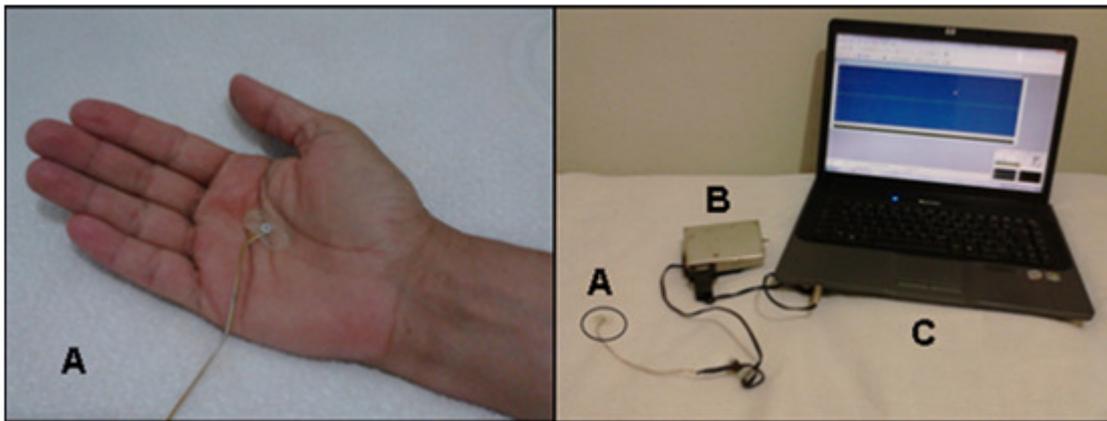


Figure 2: Histogram of acoustic sounds of the sucking-swallowing-breathing pattern of a preterm infant during bottle feeding. A sequence (group) of SSS is seen on the tracing with no pause for breathings. Each SSS represents a sucking and/or swallowing episode with a 1:1 relationship with breathing.

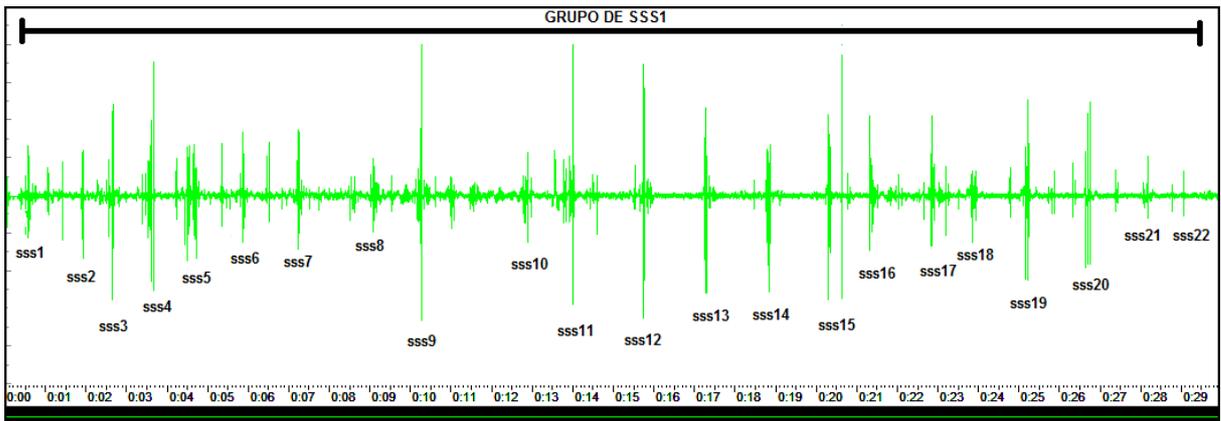


Figure 3: Histogram of acoustic sounds of the sucking-swallowing-breathing pattern of a full term newborn infant within 48hs of age on breastfeeding. Distinct groups of SSS are seen followed by pause for breathings longer than 2.5s.

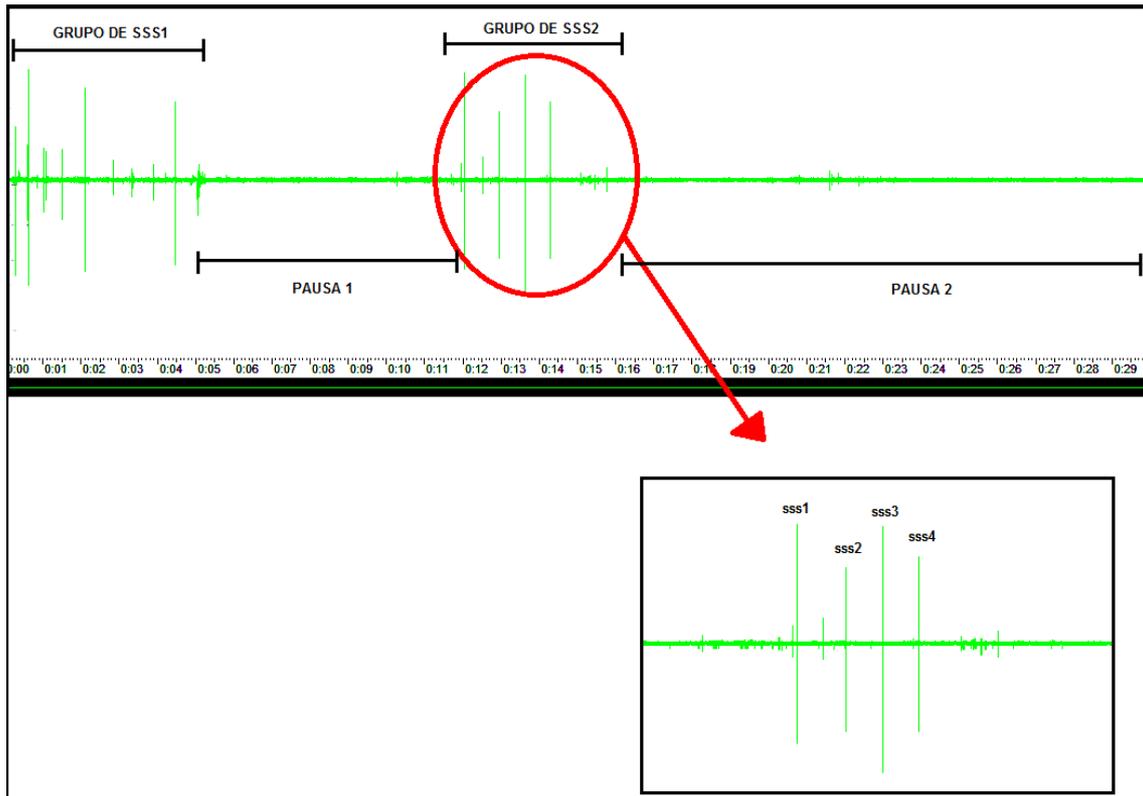


Table 1: Demographic data of patients.

	Full term (n=32)	Preterm (n=32)
Mean±SD PCA at birth (weeks/days)	39w 6d ± 9.1d	35w 5d ± 9.8d
Mean±SD PNA (days)	1.34 ± 0.4	23.5 ± 16.7
Weight at assessment (g)	3,317 ± 536	1,739 ± 210
Male n (%)	15(46,8%)	16 (50%)
Female n (%)	17(53,2%)	16 (50%)
Vaginal delivery n (%)	17 (53.1%)	9 (28.1%)
Cesarean section n (%)	15 (46.8%)	23 (71.8%)

PCA: post conceptional age; PNA: postnatal age

Table 2 – Parameters assessed by cervical digital auscultation in infants

	Full term (n=32)	Preterm (n=32)	P*
N° of groups of SSS in 30s	1.69 ± 0.72	1.74 ± 0.35	0.74
SSS total duration (s)	12,58 ± 5,68	19,38 ± 4,30	<0,001
Total of SSS in 30 s	13.57 ± 8.01	14.85 ± 3.83	0.41
N°of pauses in 30 s	2.50 ± 0.81	1.96 ± 0.83	0.01
Total duration of pauses (s)	17.41 ± 5.68	10.23 ± 4.20	<0.001

* Student's *t* test

Table 3 - Studies of the last ten years regarding the assessment of the sucking-swallowing-breathing pattern

Authors	N	Age	Type of feeding	Technique apparatus	Sucking/swallowing pattern	Pauses/Breathing pattern	Main findings
Lau et. al, 2003	20	12 preterms born 26-29 wk GA and 8 fullterms	Bottle feeding	drum onto the neck to monitor swallowing; drum at the thoraco-abdominal junction to monitor respiration	45 ±10 sucks/min and 41 ± 11 swallows/min in preterm; 62±12 sucks/min and 56± 18 swallows/min in full term	-	Incoordination of S-S-B commonly attributed to unsafe oral feeding is most likely the result of the in-coordination of swallow-breathe pattern
Mizuno & Ueda, 2003	24	Preterms 32 and 36 weeks	Bottle feeding	Silicone catheter with tip at the oropharynx and connected to a pressure transducer,	32 w: 20.1 ± 1.6 sucks/min 34 w: 51.3 ± 2.2 sucks/min 36 w: 73.3 ± 1.6 sucks/min	Respiratory rate during feeding was significantly slower than at baseline for all weeks.	Maturation in respiration during feeding is not established fully yet in preterms, even at 36 weeks
Da Nobrega et al., 2004	23	Preterm 34,7 ± 1,7 weeks	Bottle feeding	microphone set on the neck	13,1swallows/min on tube + bottle feeding; 22,2 swallows/min on bottle-feeding	Duration of respiration was longer in tube+bottle feeding	Preterm infants on tube+bottle feeding have greater need for respiration between swallows.
Gewolb et al., 2004	31	3 days and 1 month old.	Bottle feeding	Pharyngeal and intra-nipple pressure,thoracic respiration.	Swallowing was less rhythmic in the drug- exposed neonates that non-exposed at 3days age		Intrauterine drug exposure, may impact brainstem respiratory and swallow centers after birth with full recovery at 1 month.
Meer, 2005	11	38 and 42 weeks GA	Bottle feeding	Microphone on the infant's throat, band tied around the infant's chest to monitor breath		5 infants had organized feeding pattern in a 1:1:1 S-S-B ratio	A well- coordinated feeding is describe of 1:1:1 pattern of S-S-B
Scheel et al., 2005	10	Infants born between 24 and 29 wk GA	Bottle feeding	3 different bottle nipples offered in a randomized order.	At initial stages of sucking and duration of the generated negative intraoral pressure were different between bottle nipples	-----	infants can modify their sucking skills to maintain a rate of milk transfer that is appropriate with the level of S-S-B coordination

Gewolb <i>et al.</i> , 2006	34	Preterms 26 - 33 weeks GA, 14 had BPD.	Bottle-feeding	pharyngeal pressure, nasal flow, thoracoabdominal plethysmography	Infants with BPD had more apneic swallows after 35 weeks than those with BDP		BPD infants had less rhythmic coordination of swallowing and respiration during feeding.
Goldfield <i>et al.</i> , 2006	36	43±7 - 45±7 days	Bottle feeding and Breastfeeding	Catheter aligned with mother's nipple in breastfed and nipple in bottle fed. Microphone on neck to record swallowing.	Swallowing increased during bottle-feeding in infants on hard-walled bottle and nipple than soft walled bottle and nipple. .	Infants on hard-walled bottle and nipple had greater instability in the coordination of S-S-B and more perturbation of breathing.	Significant differences in coordination pattern in infants using different bottle-feeding systems were seen.
Mizuno e Ueda, 2006	17	Full term 1-5 days	Breastfeeding and bottle feeding	Silico tube was inserted inside the teat and connected to a pressure transducer	78,2± 7,4 sucks/min in breastfed; 70,6 ± 7,8 sucks/min in bottle fed	-	Change in sucking pressure and duration from NNS to NS differed between breastfeeding and bottle feeding.
Amaizu <i>et al.</i> , 2007	16	34 - 38 weeks	Bottle feeding	Nipple/bottle apparatus connected to pressure transducers	Suck/sw ratio: 1.1±0.3 and 1.1±0.2 for infants born at 26/27 and 28/29 weeks respectively.		Some components of S-S-B along with their coordination mature at different times
Kelly <i>et al.</i> , 2007	10	Full term infants from 48 h - 12 months of age	Breast and bottle feeding	Simultaneous submental muscle activity, nasal airflow, and thyroid acoustics.	Swallows were followed by expiration from 6-12 months, similarly to adult-like characteristic.	Midexpiratory swallows represented the dominant pattern of breathing-swallowing coordination within the first 48 hs	Two major shifts occurred: the 1st after 1 week of postnatal feeding experience and the 2nd between 6 and 12 months, most likely due to neural and anatomical maturation.
Mizuno <i>et al.</i> , 2007	20	Preterms at 40±1 weeks' GA	Bottle feeding	silicone tube was inserted inside the teat and connected to pressure transducer.	BPD infants had reduced no. of sucking and swallowing burst than non-BPD infants	Infants with no BPD had a lower number of respiratory pauses than those who had BPD	Severity of BPD results not only in poor sucking endurance and performance but also in less coordinated feeding.
Bauer <i>et al.</i> , 2008	43	Preterms < 37 weeks GA	Bottle feeding	Clinical assessment before feeding	32.6% sucked weakly and 23.3% had slow sucking rhythm.	86% had coordination of S-S-B, 14% had incoordination at NNS	coordination of S-S-B was found in the majority of patients.
Vice and Gewolb, 2008	34	26-33 weeks GA, 32-0 weeks GA, 2-12 weeks postnatal age	Bottle feeding	pharyngeal pressure, nasal thermistor airflow, and thoraco-abdominal strain-gauge readings.	-----	Respiratory synchrony increases with increasing postmenstrual age	Maturation of S-S-B coordination in preterm infants varies from inhibition of respiration by pharyngeal swallow to interaction of multiple rhythmic processes.

Boiron <i>et al.</i> , 2009	43	Preterms 31.2 ±0.3 weeks GA	Bottle feeding	microphone at the neck to record audiovisual signals	Increased numbers of swallowing bursts in groups with oral stimulation	-----	Oral stimulation and oral support enhanced the number of swallowing bursts.
Cooper <i>et al.</i> , 2010	56	Term infants on the 1st and 2nd day of life.	Bottle feeding	Infant nutritive sucking apparatus and the Anderson Behavioral Assessment Scale.	No. of sucks and interburst width were different between the 1st and 2nd day of life.	-----	There was a significant increase in the presence of an alert behavioral state from the 1st to 2nd sucking assessment.
Geddes <i>et al.</i> , 2010	16	Term infants 24 - 156 days old	Breastfeeding	Ultrasound techniques compared to respiratory Plethysmography	mean duration of swallow was 0.63 ± 0.06 s.	47% of swallows occurred on expiration-inspiration	Ultrasound is an accurate method for detection of swallowing in breastfed infant.
Moral <i>et al.</i> , 2010	62	Full term at 21-28 days	Breastfeeding and bottle feeding	Observation of jaw's movements	42,9 ± 14,3 sucks/min in breast fed; 34,3±13 sucks/min in bottle fed	3,2 ± 1,3 pauses/min for breast fed; 3,4±1,4 pause/min for bottle fed	Bottle-fed infants had fewer sucks and the same number of pauses but of longer duration than breastfed infants.
Fucile <i>et al.</i> , 2012	75	Preterms 26–32 weeks GA	Bottle feeding	nipple-bottle apparatus to record S-S-R.	Oral group had more advanced sucking stages, and greater suction than controls.	All interventions led to fewer swallows bracketed by respiratory pauses compared to controls.	Oral and tactile intervention improved swallowing- breathing coordination.
Sakadilis <i>et al.</i> , 2012	16	Full term at 49,4 ± 19,9 days	Breast- feeding; experimental bottle feeding	Ultrasonography, polysomnography, pulse oxymeter	Number of sucks per breath was similar for NS and NNS	respiratory rates were slower during NS than NNS	NS bursts during breastfeeding became shorter as the feed progressed, but this pattern was not seen in teat feeds.
Sakadilis <i>et al.</i> , 2013	15	<1 month	Breastfeeding	Submental ultrasound imaging; small silicone tube to measure intra-oral vacuum; plethysmography.	Nutritive sucking (NS) bursts were longer than nonnutritive sucking (NNS), for both early and later lactation .	At later lactation, pause durations were shorter than during early lactation	Healthy term infants became more efficient at breastfeeding during the first 4 months postpartum

GA: gestational age; S-S-B: suck-swaallow-breathing; NS: nutritive sucking; NNS: non-nutritive sucking; BPD: bronchopulmonaty displasia

