

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS MORFOLÓGICAS
CURSO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

Aline Jaques

Análise de fraturas de crânio em esqueleto humano adulto exumado de um cemitério:
um estudo de caso

Florianópolis

2022

Aline Jaques

Análise de fraturas de crânio em esqueleto humano adulto exumado de um cemitério:
um estudo de caso

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Ciências Biológicas do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^a. Elisa Cristiana Winkelmann Duarte, Dra.

Coorientadora: Prof^a. Ana Paula Marzagão Casadei, Dra.

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra

Jaques, Aline

Análise de fraturas de crânio em esqueleto humano adulto exumado de um cemitério / Aline Jaques ; orientador, Elisa Cristiana Winkelmann, 2022, coorientador, Ana Paula Marzagão Casadei, 2022.

54 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Graduação em Ciências Biológicas, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Análise de trauma. 2. Biomecânica. 3. Mecanismo de trauma contundente. 4. Queda de alturas. 5. I. Duarte, Elisa Cristiana Winkelmann. II. Casadei, Ana Paula Marzagão. III Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciências Biológicas. IV. Título.

Aline Jaques

**Análise de fraturas de crânio em esqueleto humano adulto exumado de um cemitério:
um estudo de caso**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Bacharel em Ciências Biológicas” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Ciências Biológicas.

Local, 15 de julho de 2022.

Prof^ª. Daniela Cristina de Toni, Dra.
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:

Prof^ª. Elisa Cristiana Winkelmann Duarte, Dra.
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª. Ana Paula Marzagão Casadei, Dra.
Coorientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^a. Beatriz Álvares Cabral de Barros, Dra.
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Leoni Laurício Fagundes, Esp.
Avaliador
Universidade de Coimbra

Dedico esse trabalho a todas as pessoas que, em morte, nos ajudam a entender a vida.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer à minha coorientadora Prof. Ana Paula Marzagão Casadei pelas inúmeras horas gastas comigo no laboratório, por ter me contagiado com a sua empolgação sobre ossos e fraturas, pela sua dedicação com esse trabalho e pelos conselhos sobre a vida. Pode ter certeza que nossa relação tem muito mais amor do que ódio, e eu amei fazer ciência com você.

Também agradeço à minha orientadora Prof. Elisa Cristiana Winkelmann Duarte, por ter aceito orientar o meu trabalho e por acreditar no meu potencial, não só agora, mas durante grande parte da minha graduação. Estendo meus agradecimentos ao Laboratório de Antropologia Forense e a todas as pessoas que fizeram e fazem parte dele, por terem sido essenciais para que eu pudesse me encontrar na graduação e desenvolver meu amor por essa área incrível.

Agradeço ao meu melhor amigo, Lucas Mendes, por todos esses anos de companheirismo, por embarcar em qualquer maluquice que eu resolva fazer e por sempre tentar mostrar que eu consigo sim me sair super bem em tudo o que eu me proponha a enfrentar, por me dar os melhores conselhos acadêmicos (e de vida) e por ser a minha voz da razão quando eu acho que está tudo perdido. Eu te amo demais.

Um agradecimento especial à Ana Carina, que me acompanhou desde o início da graduação e me ajudou a ser a pessoa que eu sou hoje. Sua presença durante esse tempo foi fundamental para que eu me tornasse a melhor versão de mim mesma. Obrigada por abrir os meus olhos para a vida, te levarei comigo para onde for.

Por último, mas não menos importante, agradeço aos meus pais, que sempre estiveram do meu lado ao longo de toda essa trajetória, por terem me incentivado a continuar e por todo o apoio durante essa fase tão importante da minha vida.

“A carne se decompõe; osso resiste. A carne esquece e perdoa as injúrias antigas; osso cura, mas sempre se lembra: uma queda na infância, uma briga de bar; o golpe de uma coronha de pistola na têmpora, a picada rápida de uma lâmina entre as costelas. Os ossos capturam esses momentos, preservam um registro deles e os revelam a qualquer um com olhos treinados para ver o rico registro visual, para ouvir os sussurros fracos que se erguem dos mortos.” (William M. Bass)

RESUMO

Fatores individualizantes como os traumatismos ósseos são características essenciais para uma identificação mais precisa, além de serem de grande importância em um contexto médico-legal investigativo, por poderem trazer esclarecimentos sobre a circunstância e causa da morte de um indivíduo. O crânio foi visto como sendo a região de maior incidência de traumatismos que levam à morte. Esse trabalho teve como objetivo fazer uma análise de traumatismos em um crânio de um humano adulto exumado de um cemitério, onde cada fratura observada foi codificada, descrita e analisada com o intuito de tentar relacioná-las à algum padrão de trauma, sugerindo assim a possível circunstância da morte do indivíduo em questão. No total, foram observadas 9 fraturas, distribuídas tanto na calota e região lateral do crânio, quanto na base e na face. O principal método de análise conduzido nesse trabalho foi associar os conhecimentos relacionados à biomecânica e conceitos de resistência óssea para explicar os possíveis mecanismos de trauma de cada fratura. Ao analisar cada fratura individualmente, foi possível relacionar os padrões vistos nelas como tendo sido produzidas por mecanismo de baixa velocidade, classificado por trauma contundente. Sugere-se que o indivíduo RV6 tenha sofrido uma queda vertical de grandes alturas, seguida de uma queda lateral de própria altura ao chegar ao chão.

Palavras-chave: Análise de traumatismo; Biomecânica; Mecanismo de trauma contundente; Queda de alturas.

ABSTRACT

Factors of individualization such as skeletal trauma are essential characteristics for a more accurate identification, in addition to being of great importance in an investigative medico-legal context, as they can provide clarification on the circumstance and cause of an individual's death. The skull was seen as the region with the highest incidence of trauma leading to death. This work aimed to analyze trauma in an adult human skull exhumed from a cemetery, where each fracture observed was coded, described and analyzed in order to try to relate them to some pattern of trauma, thus suggesting the possible circumstance of death of the individual in question. In total, 9 fractures were observed, distributed both in the cap and lateral region of the skull, as well as in the base and face. The main method of analysis conducted in this work was to associate knowledge related to biomechanics and concepts of bone strength to explain the possible trauma mechanisms of each fracture. By analyzing each fracture individually, it was possible to relate the patterns as having been produced by a low-velocity mechanism, classified as blunt trauma. It is suggested that the RV6 individual suffered a vertical fall from high heights, followed by a lateral fall from his own height when reaching the ground.

Keywords: Trauma analysis; Biomechanics; Blunt force trauma; Fall from heights;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação esquemática da ação de diferentes forças agindo no osso.....	16
Figura 2 - Curva de tensão/deformação mostrando uma força compressiva sendo aplicada em um material.....	17
Figura 3 - Áreas de resistência do neurocrânio	18
Figura 4 - Áreas de resistência da face	18
Figura 5 - FBC em vista inferior	28
Figura 6 - FBC em vista inferolateral.....	28
Figura 7 - FBC em vista lateral direita	29
Figura 8 - Fraturas FM1, FM2 e FM3 em vista inferior da maxila.....	30
Figura 9 - FM2 em vista frontal	30
Figura 10 - Fraturas do complexo zigomaticomaxilar (FCZ) em vista antero lateral esquerda	31
Figura 11 - Fraturas da região temporal em vista lateral esquerda.....	32
Figura 12 - FOF em vista anterolateral esquerda	33
Figura 13 - FLM em vista inferolateral esquerda.....	34
Figura 14 - FM1 e FM3 em detalhe.....	37
Figura 15 - FM2 em detalhe	38
Figura 16 - FM2 em vista frontal esquerda, com perda de tábua óssea vestibular.....	38
Figura 17 - FM2 em vista frontal esquerda	39
Figura 18 - Localização das linhas da fratura FM2 com os pilares de resistência vertical da face	40
Figura 19 - Fratura FLM em detalhe, em vista inferolateral esquerda	41
Figura 20 - Fratura FCZ em detalhe	42
Figura 21 - Fratura FCZc tendo seu curso interrompido pela fratura FLM em vista inferolateral esquerda.....	43
Figura 22 - Comparação entre áreas de resistência e localização da fratura FCZc da região do processo zigomático da maxila esquerda	44
Figura 23 - Comparação entre áreas de resistência e localização das fraturas da região temporal esquerda.....	45
Figura 24 - FT1 em detalhe	46
Figura 25 - FT2 em detalhe	47
Figura 26 - Linha da fratura FOF em vista inferior da órbita esquerda.....	48

Figura 27 - Continuação da fratura FOF na região do osso frontal, em vista anterolateral48

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERÊNCIAL TEÓRICO	13
2.1	COMPOSIÇÃO E FORMAÇÃO DO OSSO	13
2.1.1	Nível macroscópico	13
2.1.2	Nível microcópico	14
2.1.3	Tipos de ossificação	15
2.2	PROPRIEDADES BIOMECÂNICAS DO OSSO	15
2.3	FRATURAS ÓSSEAS	19
2.3.1	Fraturas incompletas	19
2.3.2	Fraturas completas	19
2.3.3	Fraturas por impacto direto	19
2.3.4	Fraturas por impacto indireto	20
2.4	FRATURAS DE CRÂNIO	20
2.5	MECANISMOS PRODUTORES DE FRATURA	21
2.5.1	Queda como a causa de fratura	22
2.5.1.2	<i>Quedas da própria altura (standing heights)</i>	22
2.5.1.3	<i>Quedas de diferentes alturas</i>	22
2.5.1.3.1	Quedas de pequenas alturas (falls from low heights).....	22
2.5.1.3.2	Quedas de grandes alturas (falls from high heights)	23
3	OBJETIVOS	24
3.1	OBJETIVO GERAL.....	24
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	24
4	METODOLOGIA	25
4.1	AMOSTRA.....	25
4.2	ANÁLISE DAS FRATURAS.....	25
5	RESULTADOS	27

5.1	FRATURAS POR IMPACTO PRIMÁRIO	27
5.1.1	Fratura de base de crânio (FBC)	27
5.1.2	Fraturas da região da maxila	29
5.1.2.1	<i>Fratura de maxila 1 (FM1)</i>	29
5.1.2.2	<i>Fratura de maxila 2 (FM2)</i>	29
5.1.2.3	<i>Fratura de maxila 3 (FM3)</i>	29
5.2	FRATURAS POR IMPACTO SECUNDÁRIO	31
5.2.1	Fratura no complexo zigomaticomaxilar (FCZ).....	31
5.2.2	Fraturas da região temporoparietal esquerda.....	31
5.2.2.1	<i>Fratura do temporal 1 (FT1).....</i>	31
5.2.2.2	<i>Fratura do temporal 2 (FT2).....</i>	32
5.3	OUTRAS FRATURAS	33
5.3.1	Fratura do osso frontal.....	33
5.4.3	Fratura lateral da maxila (FLM)	33
6	DISCUSSÃO.....	35
6.1	FRATURA DE BASE DE CRÂNIO	35
6.2	FRATURAS DA MAXILA	36
6.3	FRATURA DO COMPLEXO ZIGOMATICOMAXILAR	42
6.4	FRATURAS DO TEMPORAL.....	45
6.5	FRATURA DO OSSO FRONTAL.....	47
6.6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	49
7	CONCLUSÃO.....	50
	REFERÊNCIAS.....	50

1 INTRODUÇÃO

A antropologia pode ser definida como o estudo do homem e das culturas em todas as suas dimensões (ASSIS & KÜMPEL, 2011). Segundo Gaspar Neto (2019), pode-se dizer que a antropologia é uma ciência composta por duas grandes vertentes, uma sociocultural e outra biológica. A antropologia biológica consiste na análise de particularidades fisiológicas e morfológicas ligadas à evolução do homem, assim como sua distribuição em grupos étnicos, ou seja, é uma área que tem interesse em explorar as origens humanas e suas variações (LITTLE & SUSSMAN, 2010). Atualmente, as subdivisões da antropologia biológica são a: paleoantropologia, primatologia, genética de populações e a antropologia forense (LITTLE & SUSSMAN, 2010; GASPAR NETO, 2019).

O papel da análise de traumatismos ósseos em investigações médico-legais cresceu exponencialmente por auxiliar em causas criminais e pesquisas que ajudam na interpretação de fraturas e seus mecanismos causadores cresceram igualmente (DAVIDSON et al., 2011; WEDEL et al., 2014; UBELAKER, 2018). Perguntas como "Há alguma evidência a respeito de como o indivíduo morreu?" e "Como e por que esses ossos estão quebrados e apresentam essas características?" são recorrentes em uma análise forense, e vão muito além de apenas a identificação do indivíduo a partir do seu perfil biológico (DIRKMAAT et al., 2008). De acordo com Love e Wiersema (2016), ao analisar detalhadamente um esqueleto que apresenta fraturas e ao se entender suas características e sua distribuição, é possível acumular informações o suficiente para se auxiliar em investigações, podendo trazer esclarecimentos sobre a circunstância e até permitir a identificação do mesmo. Entre as regiões do corpo sujeitas a impactos, o crânio aparece como sendo a região de maior incidência de traumatismos que levam à morte (KRANIOTI, 2015).

Conhecer as características físicas do osso, sua morfologia, bem como suas propriedades mecânicas são de extrema importância e nos fornecem muitas informações sobre as diferentes formas de como uma fratura pode ser produzida (ZEPHRO & GALLOWAY, 2014; HOLANDA et al., 1999). Dito isso, é necessário então que haja a presença de profissionais capacitados para a leitura das informações que os ossos guardam, que é de grande importância em um contexto médico-legal investigativo. Neste trabalho foi produzido um estudo de caso, onde foram analisadas as características relacionadas a traumatismos de um indivíduo em específico classificado como RV6, levando em consideração apenas a análise das

fraturas encontradas no crânio do indivíduo, e como esse conhecimento pode auxiliar na resolução de investigações forenses.

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

Para entender a relação entre o osso, suas especificidades biológicas, quais os tipos de traumas e como o osso se comporta em situações de aplicação de diferentes forças, serão apresentados a seguir alguns aspectos importantes como: (i) o processo de formação e composição dos ossos, (ii) suas características mecânicas e (iii) seus processos de produção de traumatismos.

2.1 COMPOSIÇÃO E FORMAÇÃO DO OSSO

Os ossos são componentes importantes para o sistema musculoesquelético. Eles contam como suporte e proteção para os tecidos moles e de alavancas para os movimentos corporais, por serem fixadores de músculos. Os ossos também têm a função de produzir células sanguíneas (medula óssea vermelha) e servir como depósito de substâncias importantes como o cálcio, fosfato e outros íons, sendo responsável por manter constante a concentração dessas substâncias no corpo (WHITE & FOLKENS, 2005; JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2013).

2.1.1 Nível macroscópico

A nível macroscópico, pode-se observar dois tipos de tecido ósseo que se diferenciam pela sua porosidade, o osso compacto (ou cortical) e o osso trabecular (ou esponjoso) (WHITE & FOLKENS, 2005). O **osso compacto** é caracterizado pela sua **densidade e rigidez**, podendo ser encontrado nas superfícies externas dos ossos, sendo a diáfise dos ossos longos quase totalmente composta por esse tipo de tecido. Já o **osso trabecular** tem uma **estrutura mais leve**, com cavidades intercomunicantes formadas por espículas ósseas chamadas trabéculas. (WHITE & FOLKENS, 2005; JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2013). Em sua superfície externa, o osso é revestido por uma membrana vascularizada de tecido conjuntivo que nutre o osso, chamada perióstio. Já na superfície interna, temos uma membrana de revestimento chamada endóstio. Essas duas membranas apresentam características osteogênicas, ou seja, têm células em sua composição capazes de criar novas células ósseas para o seu crescimento ou recuperação, quando em alguma fratura (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2013).

2.1.2 Nível microscópico

Segundo Currey (2002), a nível molecular o osso pode ser definido como um **material heterogêneo**, constituído basicamente por **fibras de colágeno** (matriz orgânica), endurecidas por um preenchimento extremamente denso de **crystalis de fosfato de cálcio** (matriz inorgânica), além de água e células. Histologicamente há dois tipos de tecido ósseo, o primário (também chamado de imaturo) e o secundário (também chamado de lamelar). O tecido ósseo primário é o que aparece primeiro no desenvolvimento embrionário e é pouco presente no indivíduo adulto, estando presente na restauração de tecido ósseo em fraturas e próximo às suturas cranianas. As fibras de colágeno desse tipo de osso têm disposição irregular e um menor número de minerais. Já o osso secundário é caracterizado pela disposição das suas fibras de colágeno em lamelas, que se dispõem paralelamente umas com as outras e em camadas concêntricas em torno de canais chamados sistemas de Havers (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2013).

Os canais de Havers são estruturas por onde passam vasos e nervos e estão presentes nas regiões compactas dos ossos formando unidades funcionais chamadas osteons, já que esse tipo de osso não pode ser nutrido por difusão por ter uma composição muito densa. São classificados então como estrutura básica do osso compacto e quanto maior o número de osteons em uma região do osso, mais duro e resistente ele é (WHITE & FOLKENS, 2005). Esses sistemas são formados pela remodelação óssea do osso secundário, produzido por células especializadas em reabsorção óssea chamadas osteoclastos, e com a ajuda de células produtoras de tecido ósseo chamados osteoblastos ocorre a deposição de camadas de tecido lamelar. Esse processo ocorre até se formar um túnel central, por onde passam os vasos, que é chamado então de canal de Havers (CURREY, 2002; WEINER & WAGNER, 1998). Outra característica desse sistema vale ser mencionado é a presença de canalículos chamadas de canais de Volkmann, que atravessam o osso de forma oblíqua, e conectam um canal de Havers a outro, os canais à cavidade medular e à superfície externa do osso, formando uma grande rede de comunicação e nutrição por todo o osso compacto (WHITE & FOLKENS, 2005).

2.1.3 Tipos de ossificação

Podemos dividir os tipos de ossificação de duas formas: ossificação intramembranosa e a ossificação endocondral. Apesar da origem ser diferente, a composição histológica do tecido ósseo não varia (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2013; GARTNER, 2017).

A **ossificação intramembranosa** é responsável pela formação dos **ossos planos** do crânio e ocorre no interior de membranas do tecido conjuntivo mesenquimal, em uma região chamada de centro de ossificação primária (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2013). O crescimento do tecido ósseo é de forma radial, e os centros de ossificação substituem a membrana conjuntiva durante o processo. A adição de trabéculas na periferia faz com que o osso aumente de tamanho, que no final forma uma estrutura chamada **díploe**: duas superfícies (externa e interna) de osso compacto, com um centro composto por osso trabecular (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2013; GARTNER, 2017). As **suturas cranianas**, são grandes centros de ossificação que permitem o crescimento dos ossos durante o desenvolvimento craniano após o nascimento (OPPERMAN, 2000).

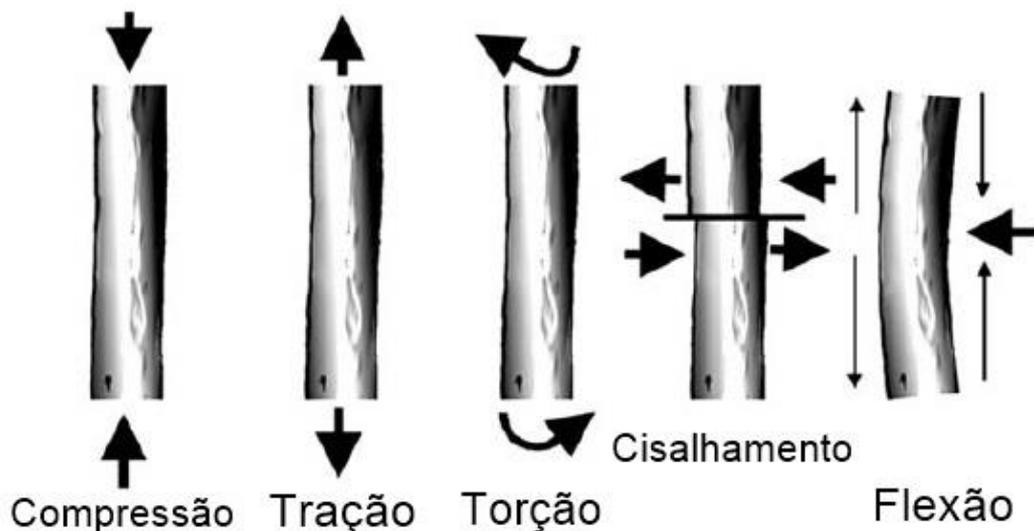
A ossificação endocondral por sua vez depende de um molde de cartilagem hialina para que ocorra a formação do osso (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2013). O modelo de cartilagem é gradativamente substituído por tecido ósseo durante o desenvolvimento embriológico e o crescimento após o nascimento. A importância de um molde de cartilagem é servir como base para o crescimento longitudinal dos ossos (MACKIE et al., 2007).

2.2 PROPRIEDADES BIOMECÂNICAS DO OSSO

As propriedades mecânicas do osso variam não só de acordo com a quantidade de força aplicada sobre ele, mas também com a direção, duração, composição do osso que sofre a força, extensão dessa força, além de se o tecido está vivo ou não (CULLINANE & EINHORN, 1996). A **força** pode ser definida como qualquer **perturbação ou carga mecânica** a que o osso possa ser submetido, sendo que a resposta do osso à tensão recebida depende, entre outros fatores, da velocidade e da magnitude dessa força (SYMES, 2012). A Figura 1 mostra os **tipos de forças** que podem acometer o osso, sendo eles **tração, compressão, torção, flexão e cisalhamento**, cada uma delas causando deformação óssea de uma maneira diferente (SYMES, 2012; ZEPHRO & GALLOWAY, 2014). A matriz orgânica do osso possibilita a elasticidade, flexibilidade e resistência durante a tração, e a matriz inorgânica possibilita a rigidez, dureza e

resistência durante a compressão. Quando o osso é submetido a diferentes forças, ele apresenta maior resistência às tensões compressivas e menor resistência às tensões trativas (SYMES, 2012).

Figura 1 - Representação esquemática da ação de diferentes forças agindo no osso



As setas indicam a direção da força. **Fonte:** Adaptado de Zephro & Galloway (2014).

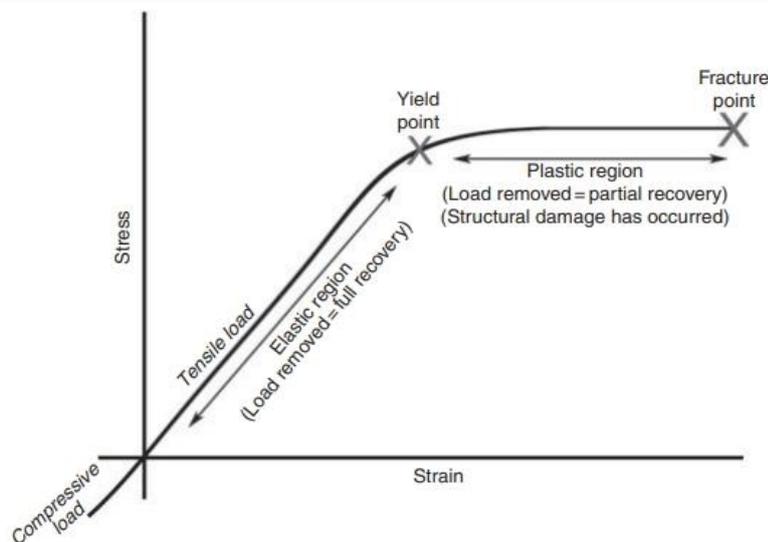
O osso é descrito como um material **heterogêneo**, por ter uma matriz orgânica e inorgânica, **viscoelástico**, por ser flexível (pela matriz orgânica ser composta por fibras de colágeno), e **anisotrópico** (SYMES, 2012; ZEPHRO & GALLOWAY, 2014; CULLINANE & EINHORN, 1996). A anisotropia do osso corresponde a sua capacidade de suportar diferentes cargas dependendo da direção em que elas são aplicadas (SYMES, 2012).

Zephro & Galloway (2014) discorrem sobre **dois tipos de cargas** às quais o osso pode ser submetido. A primeira é a **carga dinâmica**, ela faz com que o osso se **quebre rapidamente**. O osso passa por pouca ou nenhuma deformação antes da fratura, agindo como um material mais rígido e quebradiço, e seus fragmentos são fáceis de encaixar. A segunda é a **carga estática**, onde a tensão produzida por ela é **constante e de baixa velocidade**. Fraturas causadas por esse tipo de carga geralmente aparecem torcidas e seus fragmentos são de difícil encaixe. Quando uma carga estática é aplicada ao osso, ele pode resistir a ela, sofrendo uma **deformação elástica**, e retornando à sua forma original após a interrupção dessa força. Se a carga continuar, ele pode sofrer **deformação plástica** (causando deformação irreversível na sua estrutura interna) ou chegar ao seu **ponto de ruptura e fraturar** (SYMES, 2012; ZEPHRO & GALLOWAY, 2014). Essa relação pode ser vista no gráfico de curva de tensão/deformação na Figura 2. Quando o nível de tensão sobre o material aumenta, ele sofre então a deformação

plástica, que já é um nível de deformação que impede o material de voltar ao seu formato original, e este é marcado pelo *yield point* (limite de elasticidade, que corresponde a um ponto onde um material elástico sob tensão crescente deixa de se comportar elasticamente. Se a tensão continuar, o material continuará a se deformar até ocorrer a fratura de fato.

Pode-se dizer que se o osso for submetido a uma carga que **supera a sua capacidade de resistência**, ocorre deformação irreversível desse tecido, podendo **resultar em uma fratura** (DALMOLIN et al., 2013).

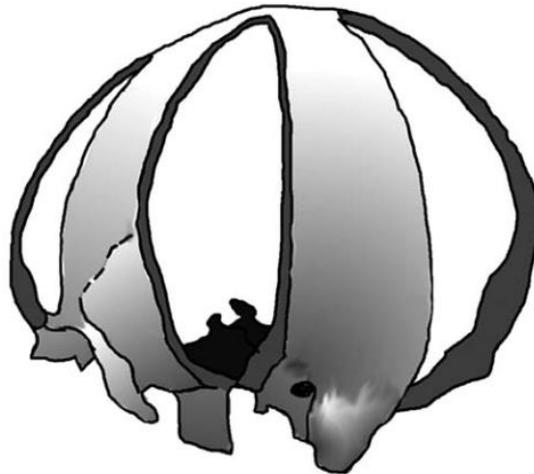
Figura 2 - Curva de tensão/deformação mostrando uma força compressiva sendo aplicada em um material



Fonte: Symes (2012).

Pode-se dizer que a forma como um osso responde a carga a que foi submetido depende das propriedades materiais do osso, sua densidade, sua morfologia e sua integridade estrutural (WEDEL et al., 2014). O esqueleto craniofacial apresenta um sistema de suporte, formados por **áreas de resistência** (POLLOCK, 2012). Essas áreas de resistência são caracterizadas por uma **condensação do osso trabecular**, o que faz o osso ser mais rígido e resistente nas regiões onde as cargas são normalmente aplicadas. Lesões em áreas de baixa resistência são mais suscetíveis a sofrer fraturas (FURTADO, 1995). LeCount e Apfelbach (1920) comentam que é possível observar arcos de resistência no neurocrânio, aos quais podem ser vistos na Figura 3.

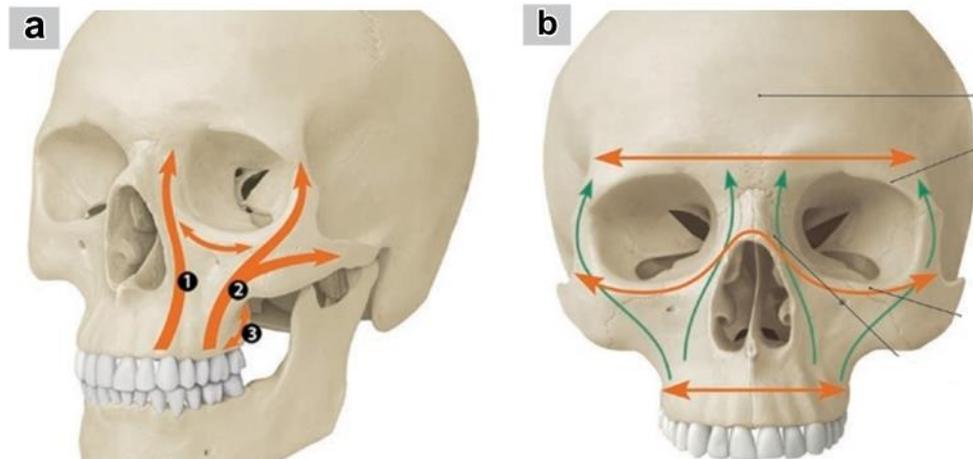
Figura 3 - Áreas de resistência no neurocrânio.



Dentro dos arcos de resistência estão localizadas algumas das regiões mais espessas do crânio. Crânio em vista lateral esquerda. **Fonte:** Adaptado por Galloway & Wedel (2014).

Na maxila, é possível observar **pilares de sustentação**, que protegem a face dos **impactos verticais** e que são interligados por reforços ósseos horizontais. A localização de cada estrutura de sustentação pode ser vista na Figura 4 (HARDT & KUTTENBERGER, 2010).

Figura 4 - Áreas de resistência da face



Na figura 4a, a linha 1 corresponde ao pilar canino ou nasomaxilar, a 2 o pilar zigomático, ou zigomaticomaxilar e a 3, pilar pterigoideo ou pterigomaxilar. Crânio em vista anterolateral. Na figura 4b, as linhas verticais verdes representando os pilares, e linhas horizontais laranjas representando os reforços ósseos horizontais. De cima para baixo é possível visualizar: Reforço supraorbital, reforço infraorbital e o reforço alveolar. Crânio em vista frontal. **Fonte:** Hardt & Kuttenger (2010).

2.3 FRATURAS ÓSSEAS

A fratura pode ser considerada como uma interrupção na integridade estrutural do osso, podendo ser a nível micro ou macro e podendo se apresentar de forma variada, desde uma única rachadura até uma fratura cominutiva, capaz de produzir múltiplos fragmentos ósseos (DAVIDSON et al., 2011). Para uma classificação básica de fraturas, Galloway et al. (2014) utilizaram duas formas de divisão em seu capítulo de classificação de fraturas as quais serão definidas a seguir, a primeira sendo em relação a completude da fratura, podendo ser classificada como **incompleta** ou **completa**, e a outra se a fratura foi causada por força **direta** ou **indireta**.

2.3.1 Fraturas incompletas

Quando uma fratura apresenta uma continuidade entre as porções do osso fraturado, ela é chamada de **fratura incompleta**. Como exemplos desse tipo de fratura se tem a fratura em galho verde, quando há uma força de angulação em um lado do osso, e uma compressão do outro lado, gerando uma fratura transversa incompleta, e fraturas com depressão, essa ocorrendo mais comumente no crânio como resultado de golpe direto na região (GALLOWAY et al., 2014).

2.3.2 Fraturas completas

As fraturas completas apresentam descontinuidade entre dois ou mais fragmentos de ossos. As **fraturas completas simples** são as que se separam em apenas dois segmentos, como por exemplo as fraturas transversas. Já as **fraturas completas complexas**, como as fraturas cominutivas, apresentam múltiplos fragmentos ósseos, sendo resultado de altos níveis de força e velocidade aplicada (GALLOWAY et al., 2014).

2.3.3 Fraturas por impacto direto

São as fraturas que ocorrem quando um objeto atinge um corpo, estando ele em movimento ou parado e causando trauma no local exato do ponto de impacto. Exemplos de fraturas causadas por impacto direto seriam as **fraturas de batida** (“tapping fractures”), resultado da ação de uma força pequena em uma área pequena do corpo, e as **fraturas por**

esmagamento, quando uma força grande é aplicada em uma área grande do corpo, podendo gerar lesões transversas ou cominutivas dependendo do grau da força. Essa definição não inclui fraturas causadas por deformação óssea seguido do impacto (GALLOWAY et al., 2014).

2.3.4 Fraturas por impacto indireto

São fraturas que ocorrem fora do local do impacto, podendo ser formadas por tensão, geralmente quando o osso sofre uma carga compressiva. A **hiperflexão** também pode ser a causa de um impacto indireto, que é causado quando o corpo sofre desaceleração. **Fraturas lineares** são um exemplo, sendo caracterizadas por longas fraturas que seguem as regiões de menor resistência óssea para se propagar. Fraturas de **avulsão, rotação e compressão** também entram nessa classificação (GALLOWAY et al., 2014).

2.4 FRATURAS DE CRÂNIO

As fraturas mais associadas com a morte do indivíduo são as localizadas no crânio, e por isso o reconhecimento das fraturas dessa região é de grande importância médico-legal (CUNHA & PINHEIRO, 2005). Segundo Galloway & Wedel (2014), os tipos de fraturas mais comuns nos ossos do crânio são divididos em cinco categorias, sendo eles baseados na sua morfologia. São eles: **fraturas lineares** (que incluem fissuras e fraturas na base do crânio), **diastásicas, depressivas e cominutivas**. Entre eles, a fratura linear é o tipo de fratura encontrada com maior frequência (KRANIOTI, 2015; ROGERS, 1992).

Segundo Kranioti (2015), as causas mais recorrentes dos traumas cranianos são acidentes de carros, quedas ou suicídios causados por saltos a partir de locais muito altos. Ossos cranianos quando atingidos por um instrumento contundente **tendem a dobrar internamente**, ou seja, há uma flexão das placas ósseas para o interior do crânio. Quando a força é muito grande, pode-se criar uma fratura do tipo linear na área externa do crânio (CUNHA & PINHEIRO, 2005). Quando em uma situação onde há várias fraturas causadas por vários impactos, essas fraturas lineares podem ser traçadas a ponto de auxiliar na identificação da ordem cronológica dos impactos (SYMES et al., 2012).

Fraturas nos ossos da face também são comuns de aparecer em conjunto com fraturas do crânio (ROCHA et al., 2011). Fraturas na maxila constituem de 10% a 20% das fraturas faciais, sendo comuns em acidentes automobilísticos e quedas, apesar de fraturas no zigomático

(mais precisamente no complexo zigomaticomaxilar) também serem muito comuns (ROCHA et al., 2011).

2.5 MECANISMOS PRODUTORES DE FRATURA

A morfologia das fraturas é uma das formas de se interpretar qual o mecanismo de trauma causador da mesma (SYMES et al., 2012). Os três tipos de mecanismos de trauma mais comuns na literatura são: **trauma perfurante**, **trauma cortante** e **trauma contundente**, cada um deixando lesões com características específicas no osso (SYMES et al., 2012; CUNHA & PINHEIRO, 2005). O mecanismo de trauma caracterizado como **perfurante**, causa lesões ósseas consideradas perfurantes ou perfuro-contundentes e são criadas mais comumente por projéteis de arma de fogo, que são capazes de produzir **impactos de alta velocidade e alta energia**, a partir da aplicação de energia sobre um ponto, gerando um mecanismo de pressão-penetração/deslizamento (SWGANTH, 2011; SYMES et al., 2012; VANRELL, 2002;). Em relação ao trauma do tipo **cortante**, Symes et al (2012) o classifica como uma força compressiva de **baixa energia** produzida por um objeto afiado que gera dano ao tecido ósseo, a partir da aplicação de energia sobre uma linha, gerando um mecanismo de deslizamento, produzindo uma lesão considerada incisa (VANRELL, 2002).

As fraturas causadas por **trauma contundente** são as mais comuns de serem encontradas durante necropsias, segundo Symes et al (2012). Mas ao mesmo tempo, são lesões ósseas difíceis de avaliar pois há diversas formas do corpo sofrer um trauma contundente, sendo uma causa comum encontrada em homicídios e principalmente em acidentes, podendo ser vista em vítimas de acidentes de automóveis, quedas de avião, explosões, desastres naturais como furacões e terremotos e em quedas. As lesões formadas são classificadas como lesões contusas, e são produzidas a partir da aplicação de energia sobre uma área, gerando um mecanismo de pressão e esmagamento (GALLOWAY & WEDEL, 2014; CUNHA & PINHEIRO, 2005; SYMES et al., 2012; VANRELL, 2002). Para uma definição mais completa, o guia publicado pelo SWGANTH sobre a análise de traumas apresenta a seguinte classificação referente às lesões contusas:

"É produzido por um impacto de **baixa velocidade** por um instrumento contundente (por exemplo, ser atingido diretamente pelo objeto ou por uma explosão) ou um impacto de baixa velocidade de um corpo contra uma superfície contundente (por exemplo, um acidente de carro ou uma queda)." (SWGANTH, 2011, tradução da autora)

2.5.1 Queda como a causa de fratura

Lesões por quedas surgem de forças de desaceleração vertical durante o impacto direto, de impacto secundário após o impacto inicial e da transferência de energia para locais distantes do local de impacto (Zivkovic et al., 2011). Segundo Rowbotham e Blau (2016), as quedas são a segunda maior causa de morte globalmente, sendo superada apenas por acidentes automobilísticos. Mas apesar disso, há uma grande variedade de tipos de queda e cada tipo apresenta características próprias, por serem causadas por eventos únicos e complexos. Em relação a isso, os tipos de queda podem ser classificados como **quedas da própria altura e quedas de diferentes alturas** (essas variando de grandes e pequenas alturas) (GALLOWAY & WEDEL, 2014).

2.5.1.2 Quedas da própria altura (*standing heights*)

As quedas de própria altura, ou “*standing heights*” segundo Galloway e Wedel (2014), são quedas que **não apresentam tanta distância** entre a pessoa que está de pé e o substrato onde sofre o impacto. Fraturas causadas por esse tipo de queda podem ser encontradas nas mãos e braços, pela tentativa da pessoa de impedir a queda, e **fraturas no crânio**, principalmente em uma região conhecida como linha da aba do chapéu ou “*hat brim line*” (HBL) que corresponde a **circunferência máxima do crânio** (KRANIOTI, 2015).

2.5.1.3 Quedas de diferentes alturas

Quedas de alturas produzem lesões com padrões de **desaceleração vertical** causadas pelo impacto (GALLOWAY & WEDEL, 2014). Essas quedas podem ser classificadas como de **grandes alturas** (maior que três metros), que consiste em uma desaceleração de **alta energia** capaz de gerar múltiplas fraturas contundentes, ou de **pequenas alturas** (menor que três metros), uma classificação que abrange a desaceleração de **baixa energia**, mas que também é capaz de gerar fraturas contundentes (ROWBOTHAM et al., 2018a; ROWBOTHAM et al., 2017).

2.5.1.3.1 Quedas de pequenas alturas (*falls from low heights*)

Quedas de pequenas alturas estão mais relacionadas com acidentes em escadas onde o indivíduo se desequilibra enquanto trabalha, mas também podem ocorrer por quedas de camas altas e quedas de cercas/muros (ROWBOTHAM et al., 2017). Estudos mostram que todas as regiões do corpo são suscetíveis a lesões traumáticas seguidas de uma queda de baixa altura, mas que a região axial do esqueleto, principalmente a cabeça e tórax, tem maior probabilidade de ser lesada (ROWBOTHAM et al., 2017).

2.5.1.3.2 Quedas de grandes alturas (falls from high heights)

Em relação a quedas de grandes alturas, Galloway e Wedel (2014) discutem que 90% das pessoas que caem de uma altura de quatro ou mais andares sofrem fraturas múltiplas, sendo elas principalmente relacionadas à coluna, região torácica e lombar. O padrão dessas fraturas depende da velocidade, da posição do corpo e da superfície onde ocorre o impacto, sendo que a queda em concreto ou outro material resistente como rocha, por exemplo, resulta em pouca deformação da superfície do impacto, causando então um grande potencial de dano no corpo (LOWENSTEIN et al., 1988). As fraturas causadas por quedas de grandes alturas são geralmente fatais por conta da combinação de lesões de crânio, tórax e abdome causadas pelo impacto, e podem variar o nível de mortalidade dependendo da altura, ou seja, quanto mais alto, mais letal (PARREIRA et al., 2014). De acordo com Rowbotham et al (2018b), uma queda em pé envolve fraturas causadas pelo **primeiro impacto** dos pés ao chão, causando fraturas bilaterais do calcâneo, tíbias, fíbula, fêmures e pelve, sendo esse o padrão clássico de uma queda de grandes alturas em posição vertical sobre os pés, além das fraturas de vértebra e base de crânio causadas pela transferência de energia. Fraturas de costelas, membros superiores e face são mais comuns de acontecerem durante o **segundo impacto**, quando o corpo já chegou ao chão. Segundo Rowbotham e Blau (2016), o crânio pode sofrer lesões em todos os tipos quedas, independente se for uma queda de própria altura ou de diferentes alturas, isso porque o crânio é comumente fraturado devido à sua suscetibilidade a **impactos primários** e **secundários** decorrentes da queda, com fraturas que podem se formar tanto na região do neurocrânio, quanto na base e na face (ROWBOTHAM et al., 2018b).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

O trabalho teve como objetivo geral descrever, classificar e analisar fraturas presentes em um crânio humano seco, pertencente a um esqueleto adulto exumado de um cemitério, com o intuito de tentar relacionar as fraturas à algum padrão de trauma, sugerindo assim a possível circunstância da morte do indivíduo em questão.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Fazer análise macroscópica das fraturas presentes no crânio;
- b) Identificar e descrever as fraturas à luz da literatura sobre seus mecanismos de ocorrência;
- c) Classificar as fraturas de acordo com seu possível mecanismo de trauma;
- d) Comparar informações com a literatura e sugerir possíveis causas para a presença das fraturas.

4 METODOLOGIA

4.1 AMOSTRA

O crânio analisado neste estudo pertence à coleção osteológica do Laboratório de Antropologia Forense (LANFOR) - Departamento de Ciências Morfológicas (MOR)/ Centro de Ciências Biológicas (CCB) - da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Essa coleção é composta por 9 esqueletos humanos adultos desconhecidos que foram exumados do Cemitério Municipal do Rio Vermelho - Florianópolis/SC, e que foram cedidos pela Polícia Científica de Santa Catarina (termo de doação nº 0988/IML/direção) em 2018 para fins de pesquisa. Os indivíduos esqueletizados foram nomeados como RV, por terem sido enterrados no Cemitério do Rio Vermelho, seguido por um número correspondente à sequência a qual foram exumados. No caso deste trabalho, o segmento estudado pertence ao indivíduo RV6 (Rio Vermelho 6).

4.2 ANÁLISE DAS FRATURAS

Segundo Scientific Working Group for Forensic Anthropology (2011), um princípio importante para uma boa prática de análise de traumas pelo antropólogo forense é que seja feita a documentação da análise utilizando texto, fotografias e diagramas das fraturas encontradas. As descrições dos mesmos devem abranger o local e as características da fratura, tudo sendo descrito utilizando termos anatômicos padrão. A partir desses princípios, o crânio em questão foi analisado em laboratório, onde inicialmente foi fotografado em diferentes planos para melhor visualização, auxiliando no momento de identificação de cada linha de fratura. Em seguida, foram feitos desenhos das fraturas identificadas em imagens esquemáticas pré-existentes, e essas foram codificadas e diferenciadas de acordo com sua **localização**, com a sigla sendo formada pelas suas **iniciais**:

BASE DO CRÂNIO

- FBC: Fratura de base de crânio

MAXILA

- FM1: Fratura maxilar 1

- FM2: Fratura maxilar 2
- FM3: Fratura maxilar 3
- FLM: Fratura maxilar lateral

COMPLEXO ZIGOMATICOMAXILAR ESQUERDO

- FCZ: Fratura do complexo zigomático
 - FCZa: Fratura do complexo zigomático a
 - FCZb: Fratura do complexo zigomático b
 - FCZc: Fratura do complexo zigomático c

TEMPORAL ESQUERDO

- FT1: Fratura do temporal 1
- FT2: Fratura do temporal 2
 - FT2A: Fratura temporal 2a
 - FT2B: Fratura temporal 2b

OSSO FRONTAL

- FOF: Fratura do osso frontal

Após a identificação, cada fratura foi analisada à luz da literatura, onde foram estudadas questões como local de impacto, áreas de resistência do tecido ósseo, como o osso responde a diferentes tipos de impacto, possível mecanismo de ocorrência e também o possível contexto cronológico para cada fratura.

5 RESULTADOS

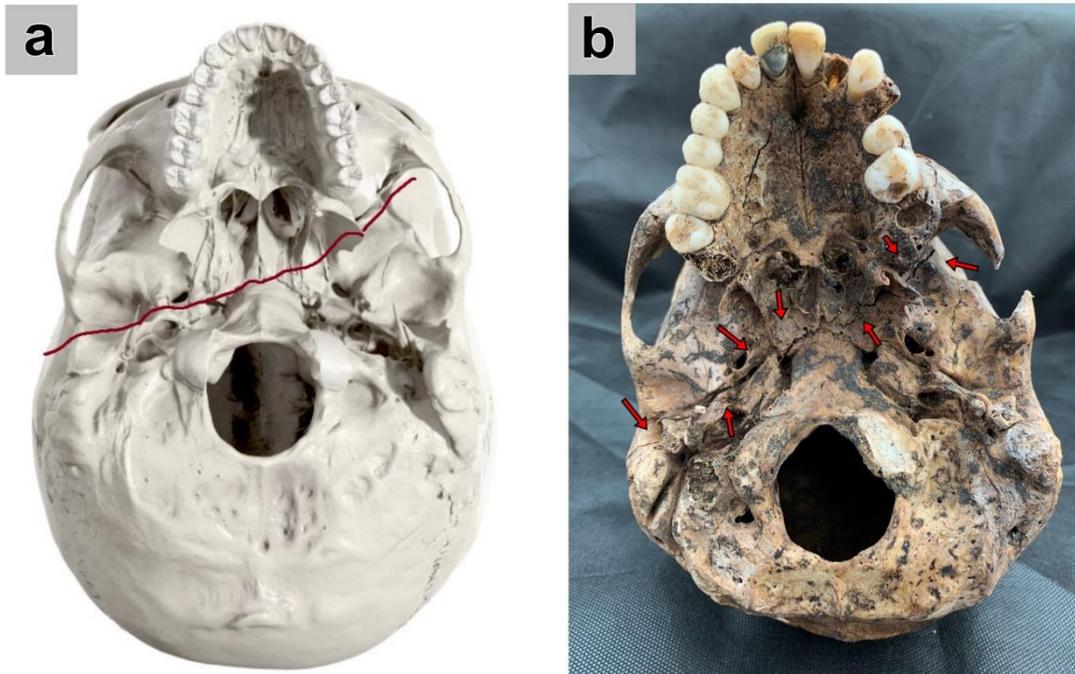
Foram identificadas e codificadas no crânio 9 fraturas do indivíduo RV6 (FBC, FM1, FM2 e FM3, FLM, FCZ, FT1, FT2, e FOF). Cada fratura foi codificada levando em consideração sua localização no crânio, e os ossos envolvidos na fratura. Cada fratura foi desenhada em um esquema do crânio, e as linhas de fratura foram identificadas em fotos do crânio do RV6 em diferentes posições. As fraturas foram organizadas em 3 grupos: (i) as formadas por impacto primário e (ii) as formadas por impacto secundário, e (iii) outras fraturas, as quais suas características não seguem nenhum desses padrões.

5.1 FRATURAS POR IMPACTO PRIMÁRIO

5.1.1 Fratura de base de crânio (FBC)

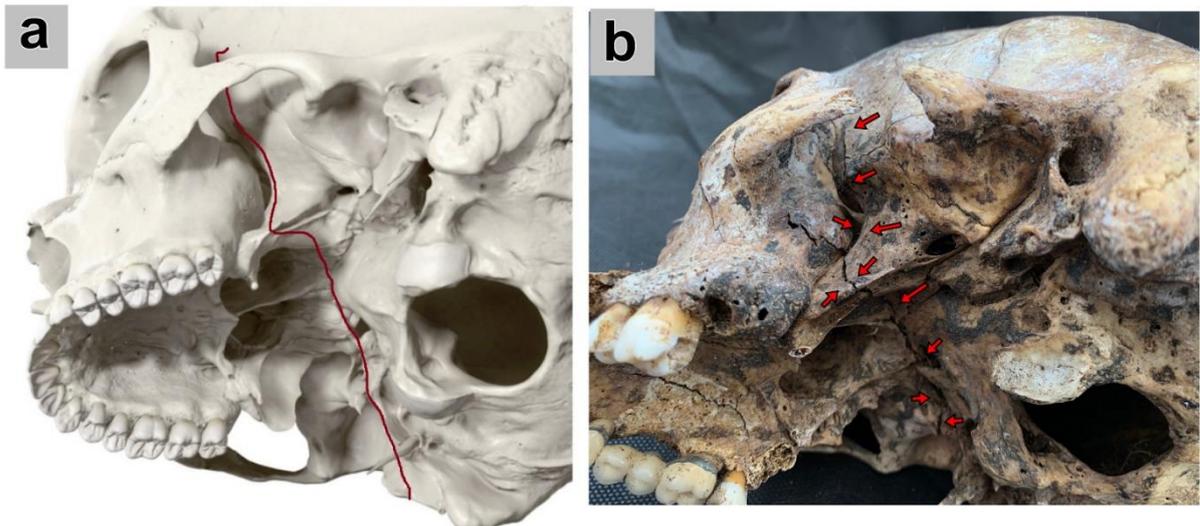
Na vista inferior do crânio é possível observar uma linha de fratura que foi codificada como **FBC - Fratura de Base de Crânio**, e destacada pela linha e setas vermelhas nas Figuras 5, 6 e 7. Na vista inferior, essa fratura pode ser percebida na região da articulação esfero-occipital, passando a direita pela linha de articulação do osso temporal e esferoide e o meato acústico externo direito. Do centro para a esquerda, a linha é vista passando entre o meio da lâmina medial e lateral do processo pterigoideo do osso esferoide (Figura 5). Em vista inferolateral esquerda é possível ver a continuação dessa linha na crista infratemporal do osso esferoide (Figura 6). Em vista lateral direita é possível ver a continuação da FBC anteriormente ao processo mastoide (Figura 7).

Figura 5 - FBC em vista inferior



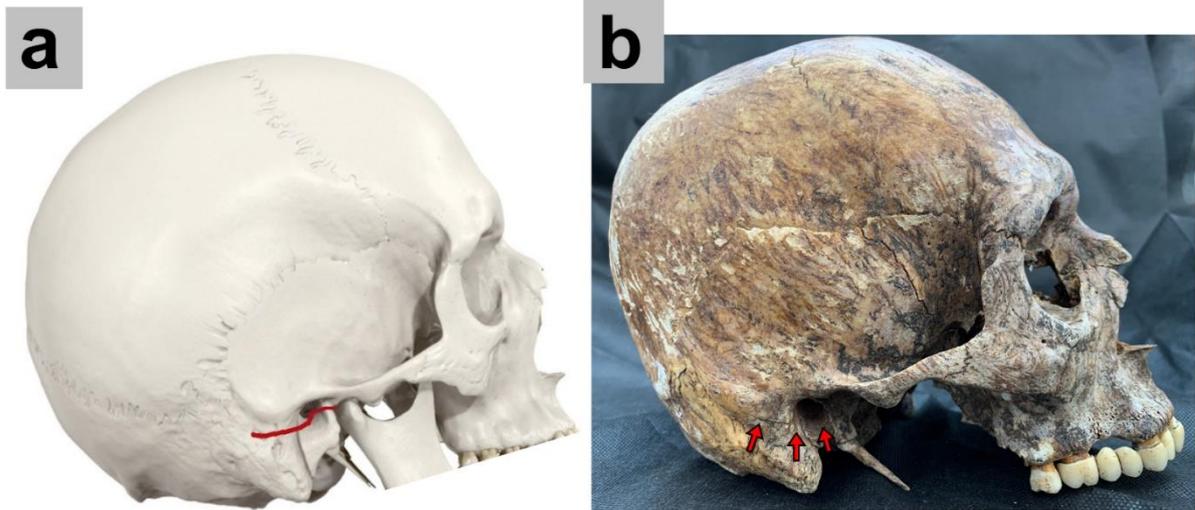
Desenho esquemático do crânio em vista inferior, com uma linha vermelha representando a fratura FBC (a). Foto do crânio em vista inferior, com setas vermelhas apontando a localização da fratura (b). **Fonte:** a. Adaptado de Anatomy Standard (2022). b. Produzida pela autora (2022).

Figura 6 - FBC em vista inferolateral



Desenho esquemático do crânio em vista inferolateral esquerda com uma linha vermelha representando a fratura FBC (a). Foto do crânio em vista inferolateral esquerda, com setas vermelhas apontando a localização da fratura (b). **Fonte:** a. Adaptado de Anatomy Standard (2022). b. Produzida pela autora (2022).

Figura 7 - FBC em vista lateral direita



Desenho esquemático do crânio em vista lateral direita com uma linha vermelha representando a fratura FBC (a). Foto do crânio em vista lateral direita com setas vermelhas apontando a localização da fratura. **Fonte:** a. Adaptado de Anatomy Standard (2022). b. Produzida pela autora (2022).

5.1.2 Fraturas da região da maxila

5.1.2.1 Fratura de maxila 1 (FM1)

Essa fratura se estende ao longo do processo palatino da maxila no lado direito, seguindo para a região anterior do processo alveolar da maxila, codificada como **FM1** e está destacada pela linha e setas vermelhas na Figura 8.

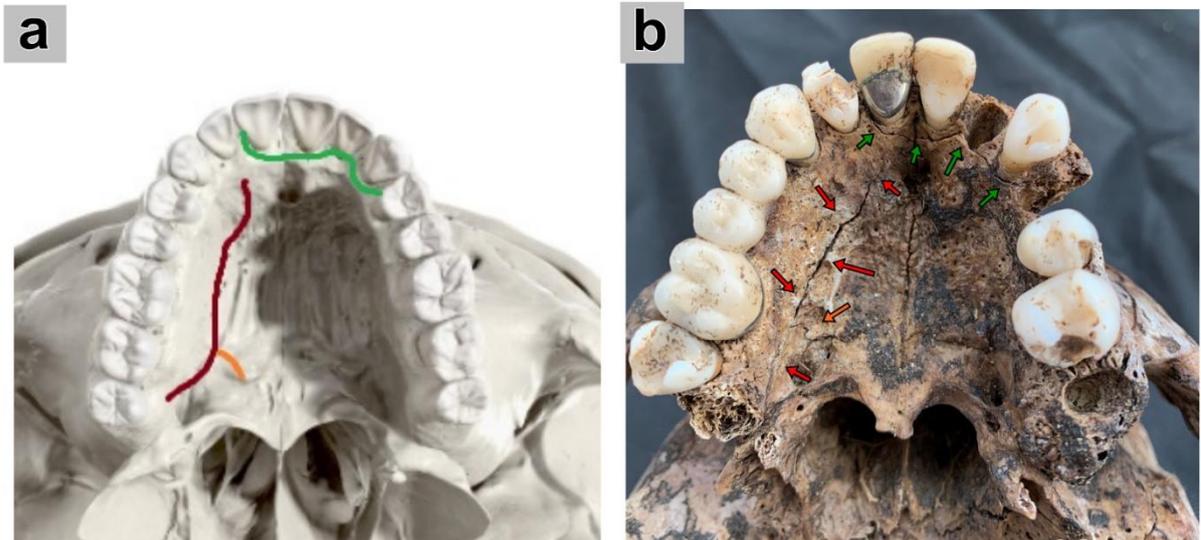
5.1.2.2 Fratura de maxila 2 (FM2)

Fratura no processo alveolar da maxila na região palatal, seguindo anteriormente na tábua vestibular do mesmo processo, codificada como **FM2** e destacada pela linha e setas verdes na Figura 8 e Figura 9, em vista inferior e frontal respectivamente.

5.1.2.3 Fratura de maxila 3 (FM3)

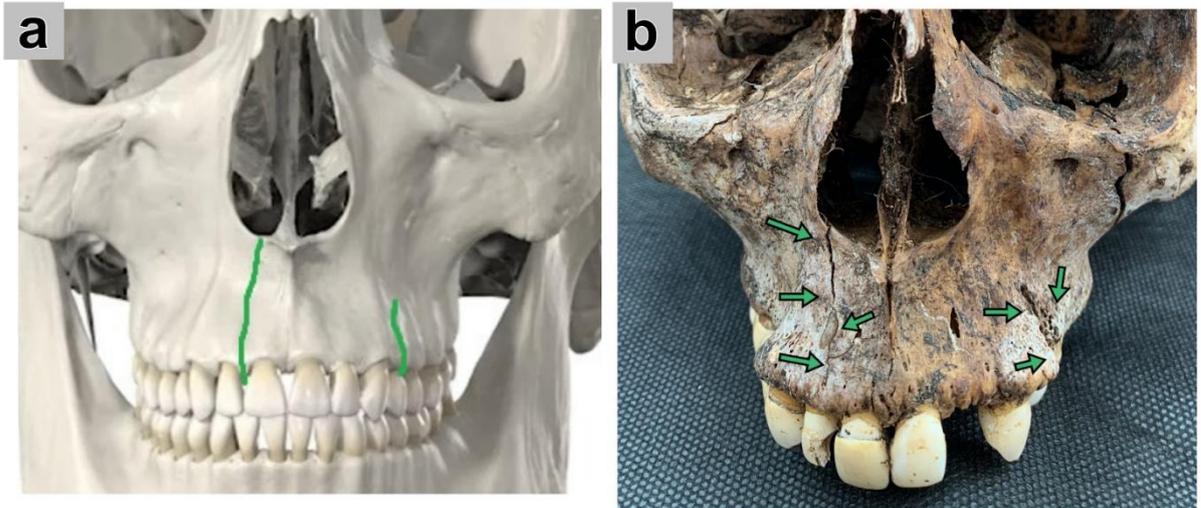
Fratura que diverge da FM1 e sofre interrupção quando em contato com a sutura palatina transversa, codificada como **FM3** e destacada pela linha e seta laranja na Figura 9.

Figura 8 - Fraturas FM1, FM2 e FM3 em vista inferior da maxila



Desenho esquemático da maxila em vista inferior com linhas coloridas representando as linhas de fratura FM1 (vermelho), FM2 (verde) e FM3 (laranja) (a). Foto da maxila em vista inferior com setas apontando a localização das linhas de fraturas em suas respectivas cores. **Fonte:** Adaptado de Anatomy Standard (2022). Produzida pela autora (2022).

Figura 9 - FM2 em vista frontal



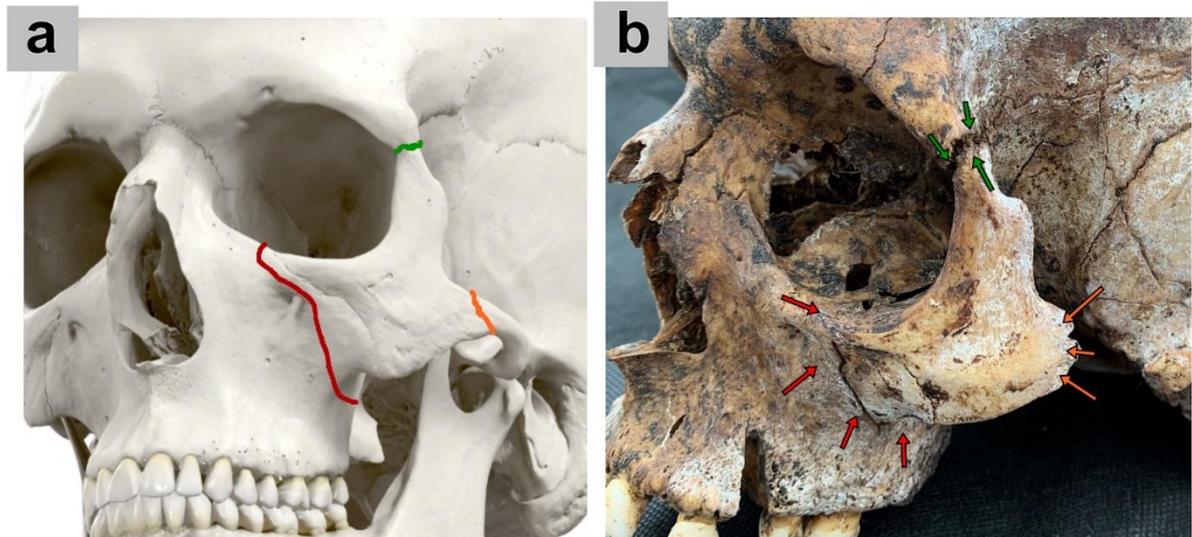
Desenho esquemático do crânio em vista frontal com uma linha verde representando a fratura FM2 (a). Foto do crânio em vista frontal com setas verdes apontando a localização das linhas de fratura. **Fonte:** a. Adaptado de Anatomy Standard (2022). b. Produzida pela autora (2022).

5.2 FRATURAS POR IMPACTO SECUNDÁRIO

5.2.1 Fratura no complexo zigomaticomaxilar (FCZ)

As fraturas nessa região foram identificadas e codificadas como **FCZ - Fratura do complexo zigomaticomaxilar**. É possível identificar 3 diferentes linhas de fratura: Uma na articulação zigomaticofrontal (**FCZa**) e destacado pela linha e seta verde, uma na articulação zigomaticotemporal (**FCZb**) destacada pela linha e setas laranjas, e uma terceira linha no processo zigomático da maxila (**FCZc**) lateralmente ao forame infraorbital, representada pela linha e setas vermelhas. As linhas de fratura podem ser vistas na Figura 10.

Figura 10 - Fraturas do complexo zigomaticomaxilar (FCZ) em vista antero lateral esquerda



Desenho esquemático do crânio em vista antero lateral esquerda, mostrando todas as linhas de fratura correspondentes a fratura FCZ, sendo elas: FCZa (verde), FCZb (laranja), FCZc (vermelho) (a). Foto do crânio em vista antero lateral esquerda com setas apontando a localização das linhas de fraturas em suas respectivas cores (b). **Fonte:** a. Adaptado de Anatomy Standard (2022). b. Produzida pela autora (2022).

5.2.2 Fraturas da região temporoparietal esquerda

5.2.2.1 Fratura do temporal 1 (FT1)

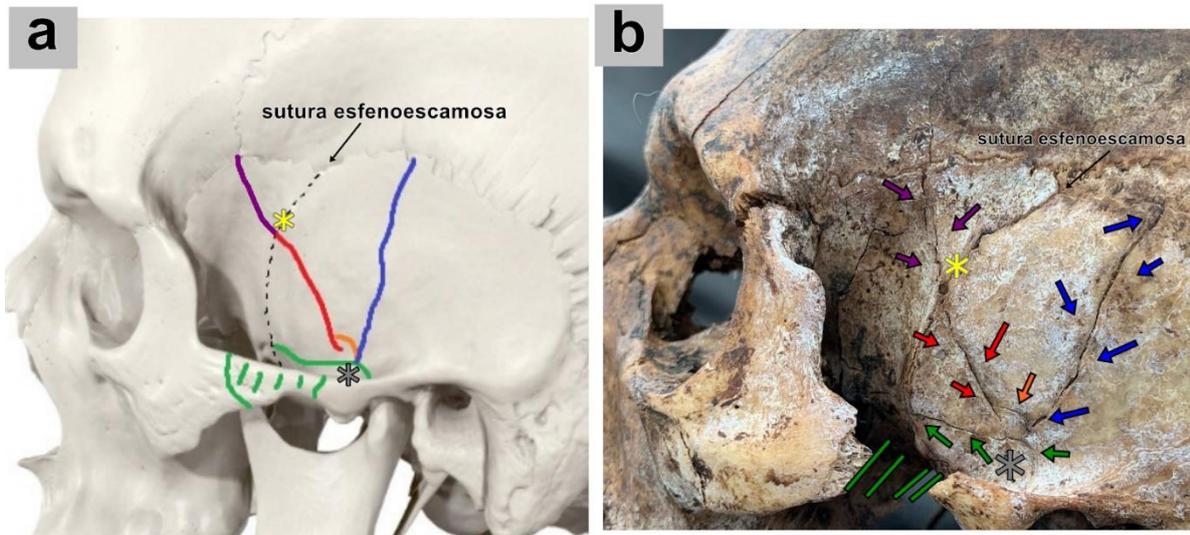
Foram identificadas várias linhas de fratura na região do osso temporal esquerdo. Um ponto de fratura na região do meio da sutura esfenoscamosa foi identificada e codificada como **FT1 - Fratura do temporal 1**, e destacado com o asterisco amarelo na Figura 11. Dele partem

duas linhas de fratura retilíneas e divergentes, sendo a linha superior codificada como **FT1a**, destacada pela linha e setas roxas, e a outra linha retilínea que segue em direção inferior foi codificada como **FT1b**, e destacada na figura pela linha e setas vermelhas.

5.2.2.2 Fratura do temporal 2 (FT2)

Um ponto de fratura na região do osso temporal foi identificado e codificado como **FT2 - Fratura do temporal 2**, e destacado com o asterisco cinza na Figura 11. Dele partem três linhas, sendo uma curta e curvilínea codificada como **FT2a** e destacado pela linha e seta laranja, outra, retilínea, codificada como **FT2b** e destacada pela linha e setas azuis, e uma linha retilínea na região inferior codificada como **FT2c**, representada pela linha e setas verdes. Também é possível observar uma zona de perda óssea do arco zigomático, representado pelo hachurado em verde.

Figura 11 - Fraturas da região temporal em vista lateral esquerda



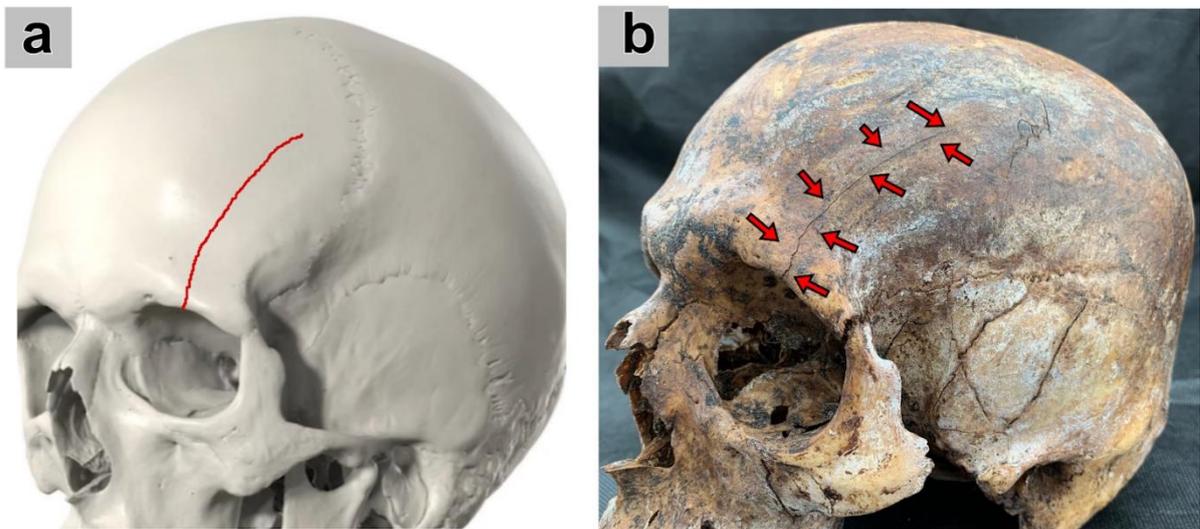
Desenho esquemático do crânio em vista lateral esquerda, mostrando todas as linhas de fratura da região temporoparietal, sendo elas: FT1a (roxo), FT1b (vermelho), FT2a (laranja), FT2b (azul), FT2c e zona de perda óssea do arco zigomático (verde) (a). Foto do crânio em vista lateral esquerda com setas apontando a localização das linhas de fraturas em suas respectivas cores (b). Asteriscos correspondem aos pontos de fratura, FT1 (amarelo) e FT2 (cinza). **Fonte:** a. Adaptado de Anatomy Standard (2022). b. Produzida pela autora (2022).

5.3 OUTRAS FRATURAS

5.3.1 Fratura do osso frontal

Foi observado na região do teto da órbita e margem supra orbital esquerda uma linha de fratura, a qual apresenta continuação para a região anterior do osso frontal. Essa fratura foi codificada como **FOF - Fratura do osso frontal**, e destacada pela linha e setas vermelhas na Figura 12.

Figura 12 - FOF em vista anterolateral esquerda

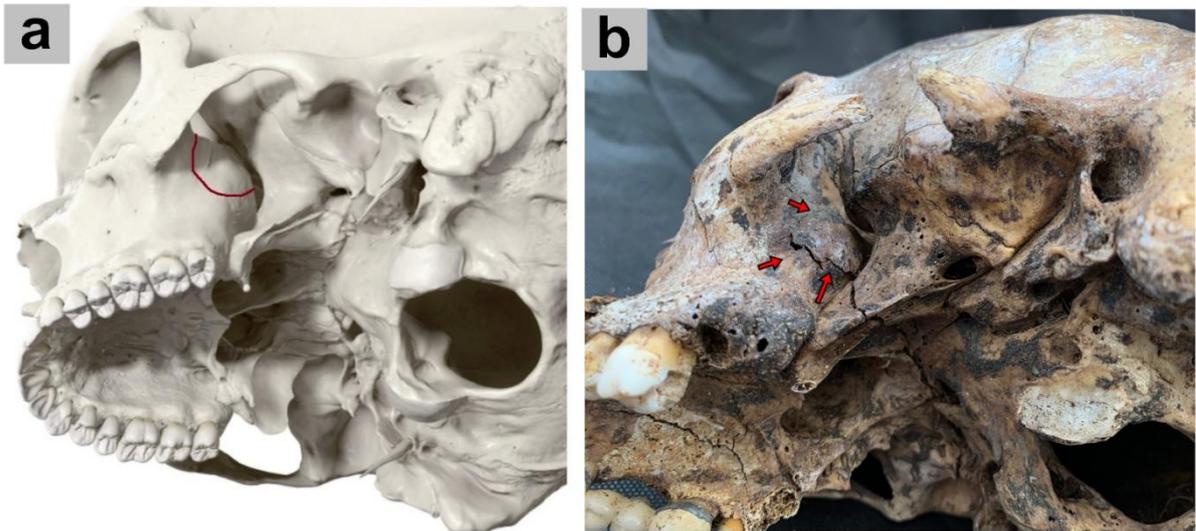


Desenho esquemático do crânio em vista antero lateral esquerda com uma linha vermelha representando a fratura FOF (a). Foto do crânio em vista anterolateral com setas vermelhas apontando a localização da linha de fratura (b). **Fonte:** a. Adaptado de Anatomy Standard (2022). b. Produzida pela autora (2022).

5.4.3 Fratura lateral da maxila (FLM)

Na região da face infratemporal da maxila, em vista inferolateral esquerda foi identificado uma fratura em formato de U, a qual foi codificada como **FLM - Fratura lateral da maxila**, e destacada pela linha e setas vermelhas na Figura 13.

Figura 13 - FLM em vista inferolateral esquerda



Desenho esquemático do crânio em vista inferolateral esquerda com uma linha vermelha representando a fratura FLM (a). Foto do crânio em vista inferolateral com setas vermelhas apontando a localização da linha de fratura (b). **Fonte:** a. Adaptado de Anatomy Standard (2022). b. Produzida pela autora (2022).

6 DISCUSSÃO

O estudo das fraturas é muito relevante num contexto forense, uma vez que pode explicar causas da morte, além de evidenciar se esta causa ocorreu de forma natural ou criminosa. Segundo Parreira et al., (2014), as quedas são mecanismos que geram uma ampla variedade de lesões, tanto pela desaceleração causada pelo impacto quanto pelo impacto direto do corpo na superfície. Nesse estudo de caso foram observadas 9 fraturas distribuídas em diferentes regiões do crânio, as quais são compatíveis com traumatismos contusos, e que, em grande maioria, seguem um padrão discutido anteriormente de impacto primário e secundário decorrente de queda.

6.1 FRATURA DE BASE DE CRÂNIO

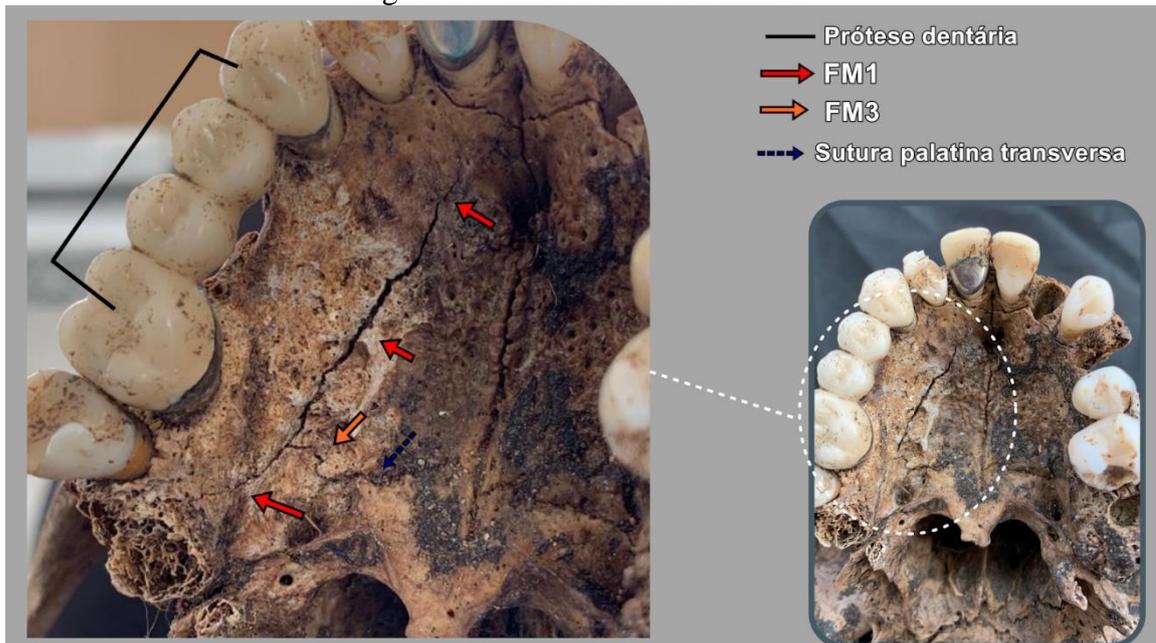
A fratura de maior dimensão observada no crânio do indivíduo é a **FBC**, uma fratura oblíqua na base do crânio. Segundo Freeman et al (2014), fraturas de base de crânio estão mais relacionadas a quedas de grandes alturas, sendo que a proporção de ocorrências destas fraturas relacionadas com quedas de própria altura são relativamente menores. Fraturas de base de crânio resultantes de queda foram evidenciados em estudos prévios (MURTHY et al, 2012; ROWBOTHAM et al., 2019; FREEMAN et al., 2014; ÇAKI et al., 2021). Em um contexto de queda, Goonetilleke (1980) comenta que fraturas de base do crânio também são comumente observadas em casos de impacto primário dos pés no chão, sendo comum ocorrerem em indivíduos com fraturas múltiplas na região inferior do corpo. Esse ponto também é comentado por Rowbotham et al. (2018b) em um estudo de caso sobre queda vertical de grandes alturas.

Em relação a forma como essa fratura é produzida, Lowenstein et al. (1988) comenta que pessoas que caem de pé sofrem grande desaceleração vertical, gerando forças de compressão que fazem com que estruturas localizadas longe do ponto de impacto sejam afetadas seriamente por conta da onda de energia causada pelo impacto inicial. Baseado nessas informações e no que foi observado no indivíduo, acredita-se que a fratura FBC tenha sido formada a partir do impacto da coluna vertebral em direção aos côndilos occipitais, causada pela força centro-axial derivada do impacto, causando o dobramento e deformação da região próxima aos côndilos durante o impacto, o que fez com que os ossos envolvidos ultrapassassem os seus limites de tensão de ruptura, formando a linha de fratura.

6.2 FRATURAS DA MAXILA

A porção média da face é uma região muito suscetível a receber lesões, seja por contato interpessoal durante uma agressão, acidentes automobilísticos, durante a prática de esportes ou por quedas. Fraturas nessa região podem envolver diferentes estruturas, geralmente na região dentoalveolar e palato duro, nos seios maxilares, processo frontal da maxila e no complexo zigomaticomaxilar (COHN et al., 2020). Foram encontradas fraturas na região inferior da maxila correspondentes a trauma contundente, as quais foram possíveis constatar dois comportamentos diferentes de trajetória de linha de fratura em função da distribuição de carga nas arcadas dentárias. No total se identifica 3 linhas de fratura na região inferior da maxila, classificadas como **FM1** (seta vermelha, Figura 14) , **FM2** (seta vermelha, Figura 16) e **FM3** (seta laranja, Figura 14). Em relação à fratura FM1, sugere-se que, pelo indivíduo apresentar uma prótese dentária (linha preta, Figura 14) na arcada direita e não haver raízes dos dentes daquela região, a linha de fratura neste local se formou na região do processo palatino pois não havia pontos de apoio para dissipar a tensão do impacto. A ausência de reforço dado pela presença das raízes no interior do alvéolos deixou aquela região mais vulnerável ocasionando a linha de fratura. A região do palato conecta os pilares da face de um lado a outro, formando um suporte em arco entre as bases dos processos alveolares direito e esquerdo (RIZOLLO & MADEIRA, 2012). Como o palato é mais resistente por causa das ligações das bases dos processos alveolares, a linha de fratura seguiu a direção de menor resistência. Vale ressaltar também que as características da prótese poderiam influenciar a dissipação da energia e distribuição de forças, gerando o padrão de fratura observado. A fratura FM3, também vista na Figura 14, é curta, curvilínea e se diverge da FM1, irradiando e sendo interrompida pela sutura palatina transversa (seta azul pontilhada, Figura 14).

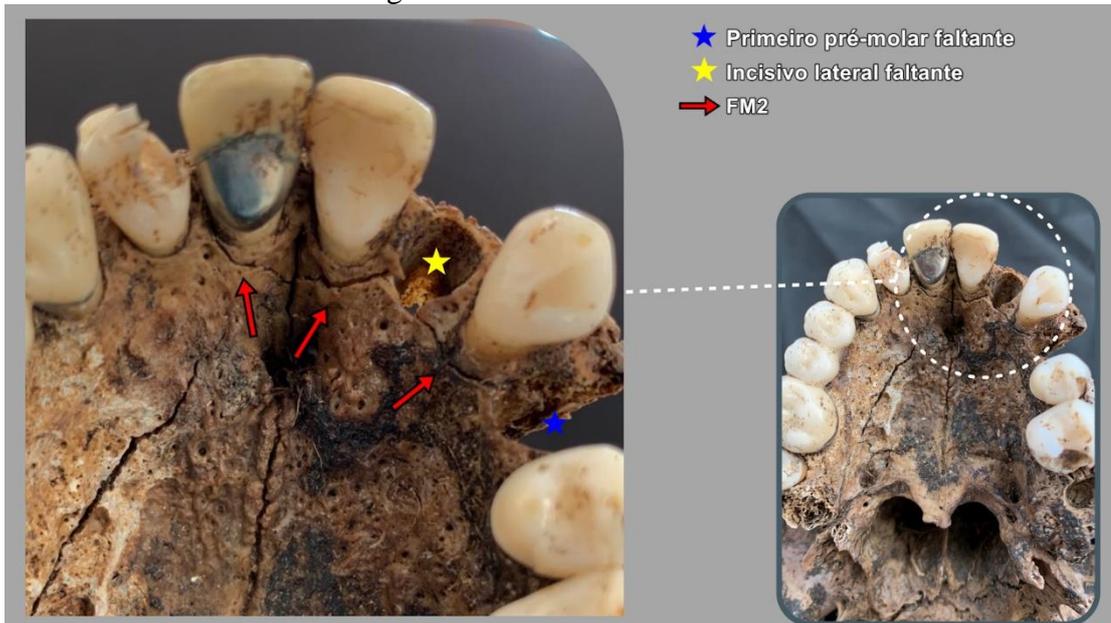
Figura 14 - FM1 e FM3 em detalhe



Fonte: Produzida pela autora (2022)

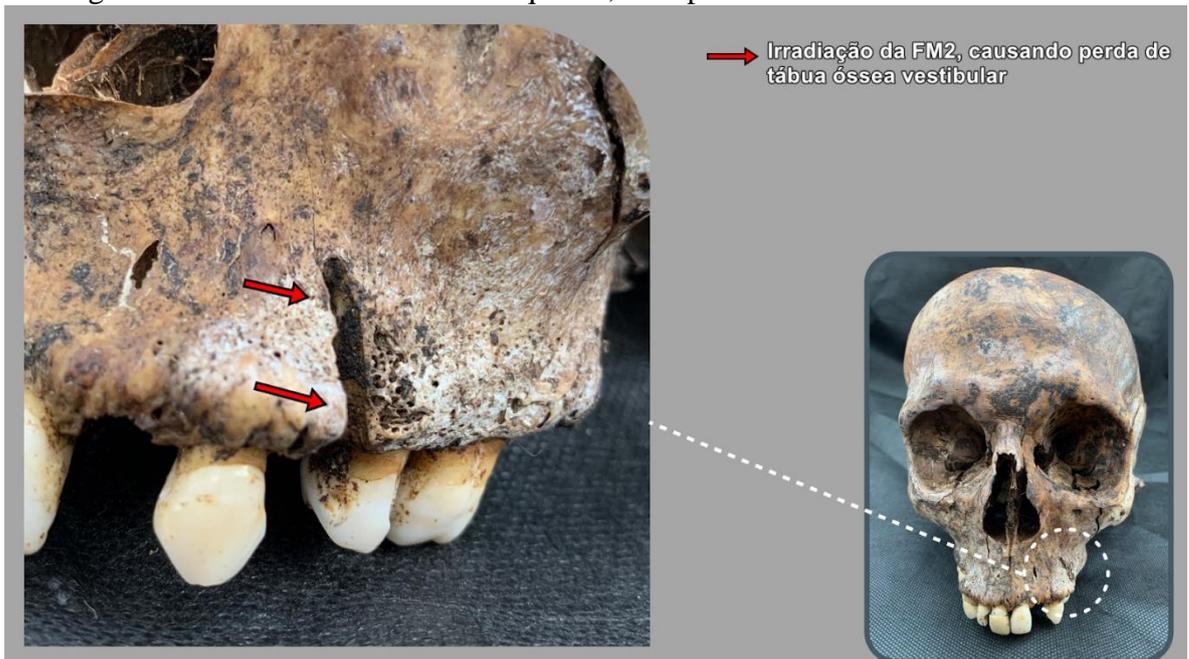
Já na fratura FM2 podemos observar que houve distribuição de tensões ao longo das raízes dos dentes naturais da arcada superior esquerda, causando uma linha de fratura na região do processo alveolar da maxila, ocasionando na perda do dente incisivo lateral esquerdo superior (estrela amarela, Figura 15) e do primeiro pré-molar (estrela azul, Figura 15), este acompanhado pelo rompimento da tábua óssea vestibular que pode ser observada em vista frontal na Figura 16. Do lado direito (Figura 17), a linha de fratura se propagou entre o incisivo central e o lateral criando uma linha de fratura que se dirige até a abertura piriforme.

Figura 15 - FM2 em detalhe



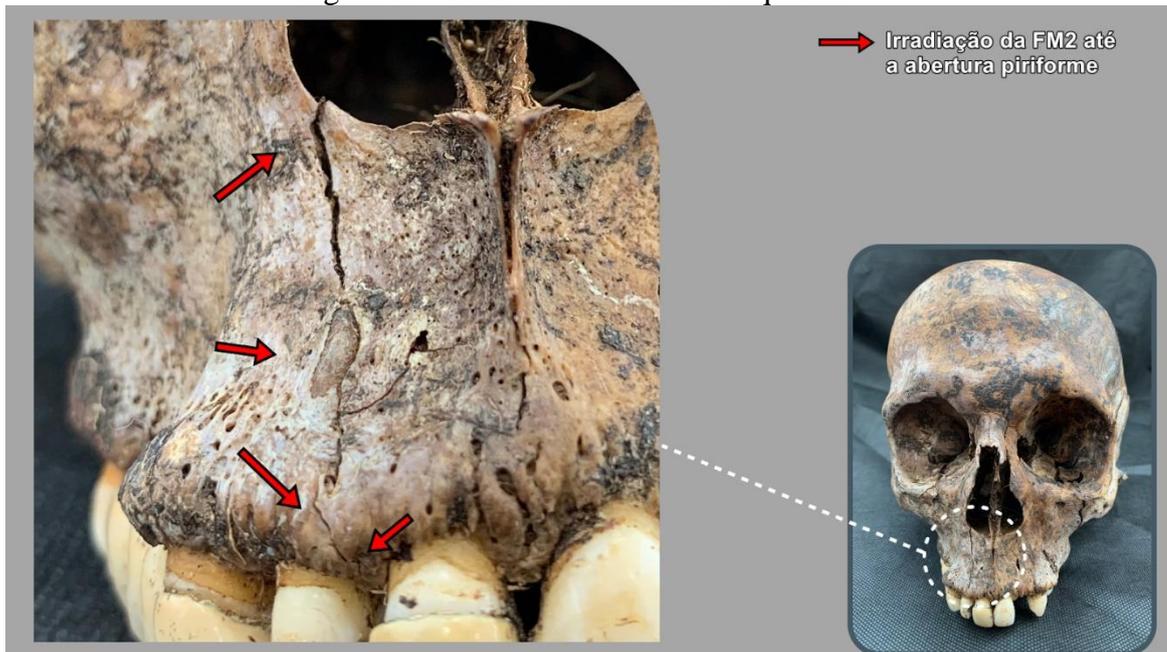
Fonte: Produzida pela autora (2022)

Figura 16 - FM2 em vista frontal esquerda, com perda de tábua óssea vestibular



Fonte: Produzida pela autora (2022)

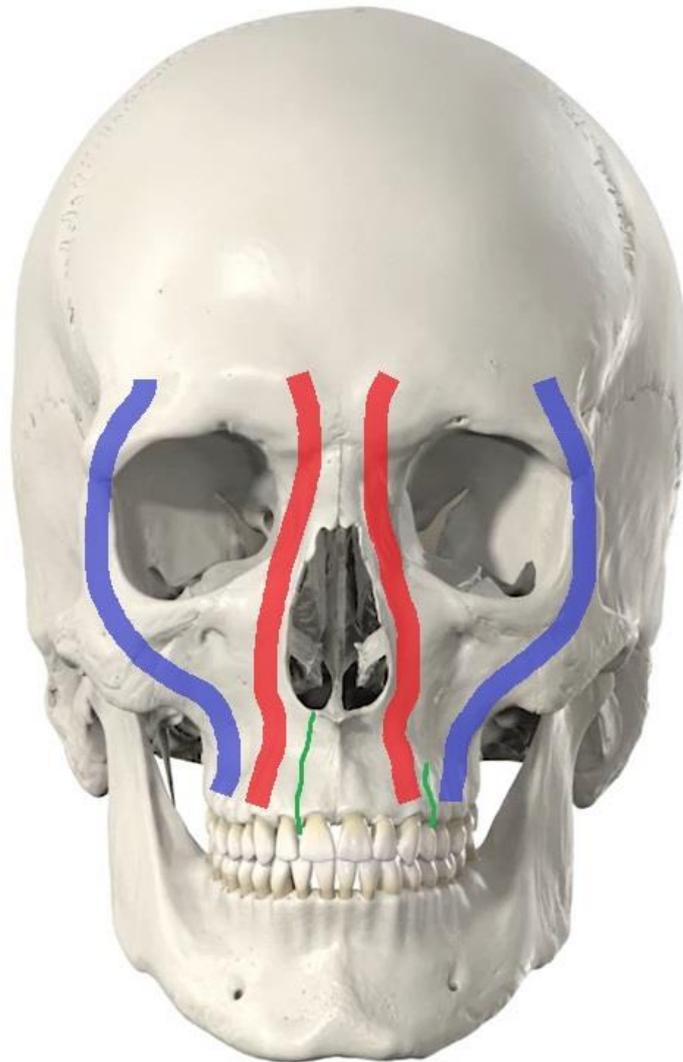
Figura 17 - FM2 em vista frontal esquerda



Fonte: Produzida pela autora (2022)

As linhas de fraturas verticais em vista frontal dessa região acompanham as áreas de menor resistência óssea da maxila, que pode ser vista no esquema da Figura 18 onde as linhas vermelhas correspondem ao pilar canino, que tem origem na região do dente canino, a linha azul os pilares zigomáticos, que tem origem na região dos molares. As linhas da fratura FM2 estão em verde.

Figura 18 - Localização das linhas da fratura FM2 com os pilares de resistência vertical da face



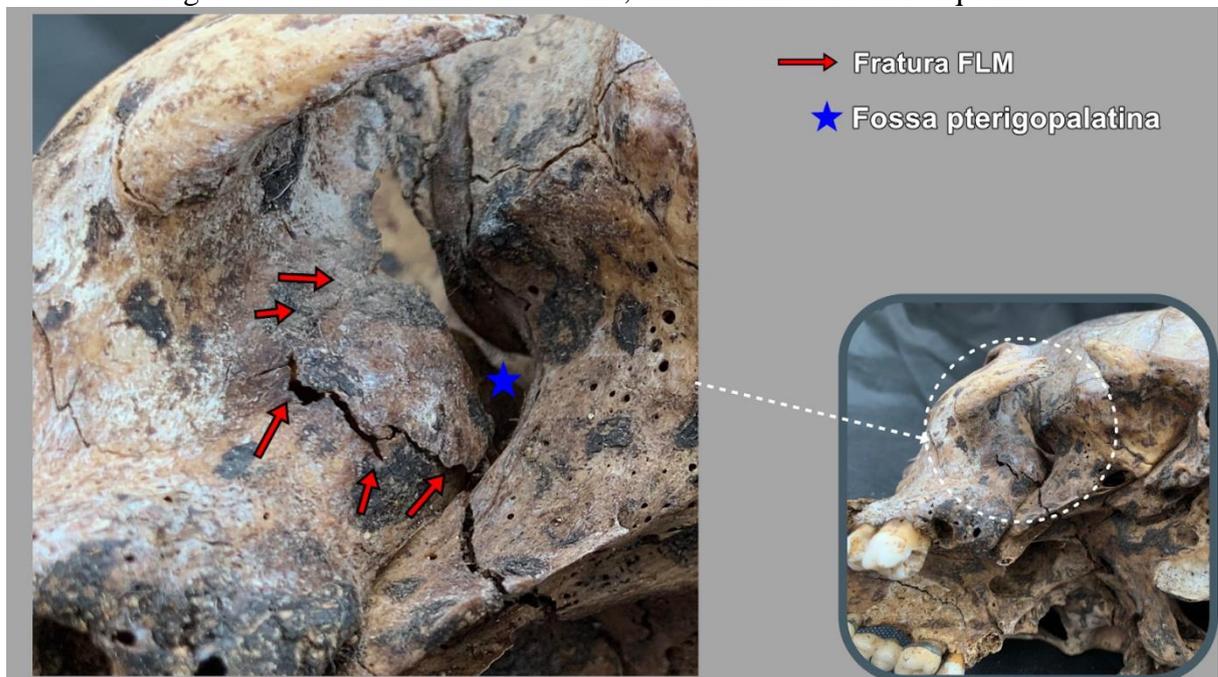
Fonte: Adaptado de Anatomy Standard (2022)

Dingman & Natvig (1983) comentam que fraturas no processo alveolar da maxila são geralmente causadas por forças diretas aplicadas sobre a maxila, em sentido anterior ou lateral ou por um golpe dirigido para cima contra a mandíbula. Segundo um estudo publicado em 2012 por Zhou et al., onde é feita a correlação de fraturas na região da face e dos dentes, foi discutido que quedas de alturas apresentam o maior risco de causar fraturas dentais, por ser um mecanismo de alta energia. Foi também observado nesse estudo que fraturas no processo alveolar estão mais relacionadas com fraturas da região maxilar do que mandibular, principalmente na região anterior, causada pela oclusão da maxila com a mandíbula. De acordo com Pollock (2012), o processo alveolar da maxila é mais delicado do que o da mandíbula, e a mandíbula sendo um osso muito resistente, se for impelida fortemente contra a maxila com uma

força para cima e para fora sobre os dentes maxilares, pode causar fratura no rebordo alveolar, que é o observado no RV6. A partir disso, sugere-se que as fraturas presentes na maxila foram causadas pelo impacto primário do indivíduo ao chão durante uma queda vertical, a qual ocasionou o choque da mandíbula contra os dentes no momento do impacto.

Uma outra fratura de maxila foi identificada na região lateral esquerda, a qual foi codificada como FLM e pode ser vista em detalhe na Figura 19. Essa fratura está presente na região da face infratemporal da maxila, a qual posteriormente forma a parede do seio maxilar e a borda anterior da fossa pterigopalatina (estrela azul, Figura 19).

Figura 19 - Fratura FLM em detalhe, em vista inferolateral esquerda



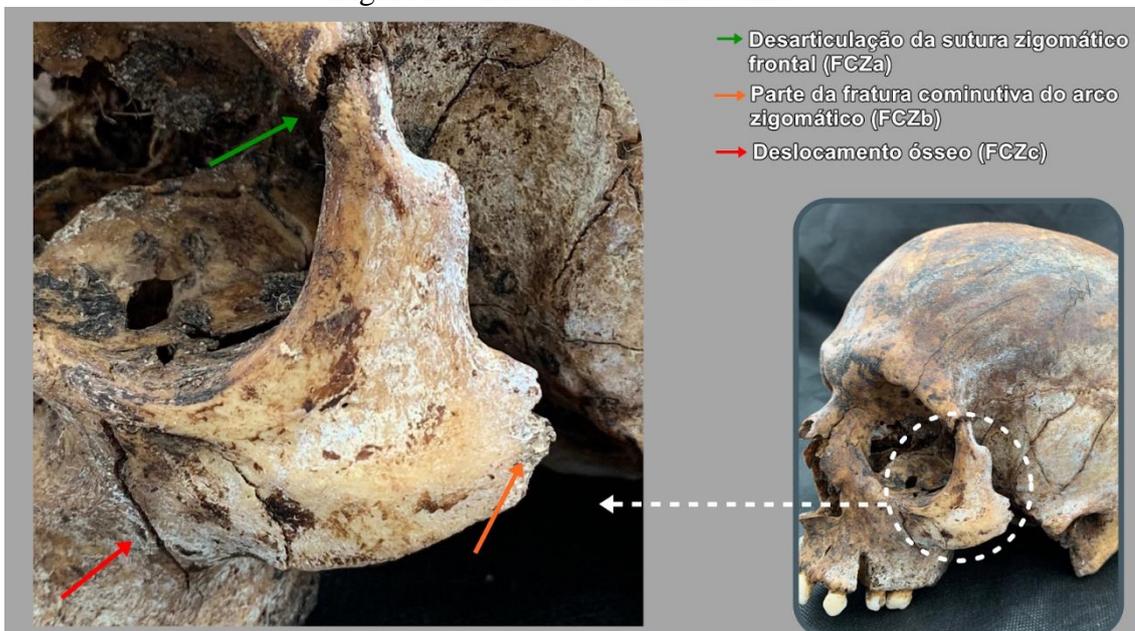
Fonte: Produzida pela autora (2022)

Próxima a essa região, está o pilar pterigoideo, um dos pilares de sustentação da face. Esse pilar tem origem na região da tuberosidade maxilar, e vão em direção às lâminas pterigoides do esfenóide (HARDT & KUTTENBERGER, 2010). A linha de fratura em U está localizada em uma região de pouca resistência óssea, na parede do seio maxilar esquerdo. Segundo Lenkeit et al. (2022), fraturas na região do seio maxilar são comumente causadas por traumas contudentes na face, podendo ser causados por acidentes automobilísticos, acidentes industriais, quedas e agressões.

6.3 FRATURA DO COMPLEXO ZIGOMATICOMAXILAR

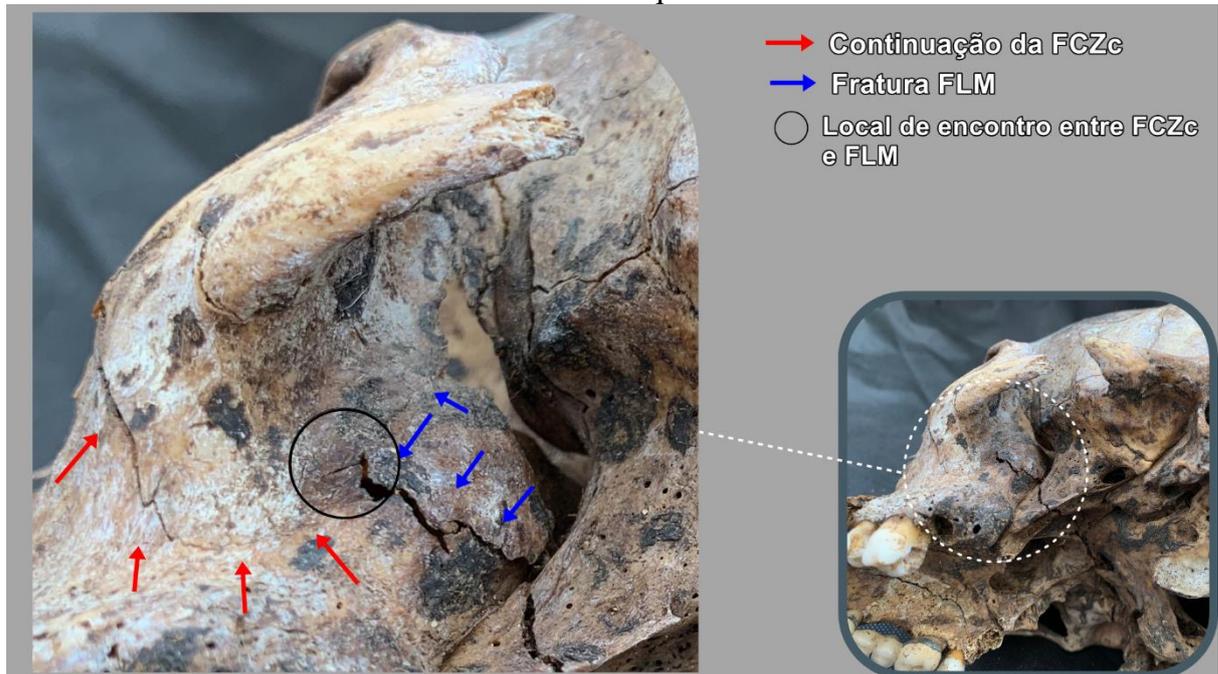
Como dito anteriormente, fraturas do complexo zigomaticomaxilar são comuns em conjunto com outras fraturas do crânio. A fratura encontrada nessa região do indivíduo RV6 foi chamada de **FCZ** e trata-se de uma fratura com três regiões de descontinuação óssea, que pode ser vista em detalhe na Figura 20. Segundo Karlan e Cassisi (1979) e Roselló (2020), quando o zigomático recebe um impacto, a força é transmitida em suas quatro superfícies articulares: zigomaticofrontal, zigomaticomaxilar, zigomaticotemporal e esfenozigomática, e as fraturas ocorrem principalmente nesses pontos de fraqueza. A fratura FCZ apresenta três linhas de fratura, uma na região do zigomaticofrontal **FCZa** (seta verde) onde apresenta desarticulação, uma linha na região do zigomaticotemporal **FCZb** (seta laranja) que faz parte de uma fratura cominutiva com perda óssea de parte do arco zigomático e uma no processo zigomático da maxila entre o forame infra orbital e a região do zigomaticomaxilar **FCZc** (seta vermelha), essa apresentando deslocamento e tendo seu curso interrompido pela fratura FLM (seta azul, Figura 21), a qual pode ser vista em detalhe na Figura 21.

Figura 20 - Fratura FCZ em detalhe



Fonte: Produzida pela autora (2022)

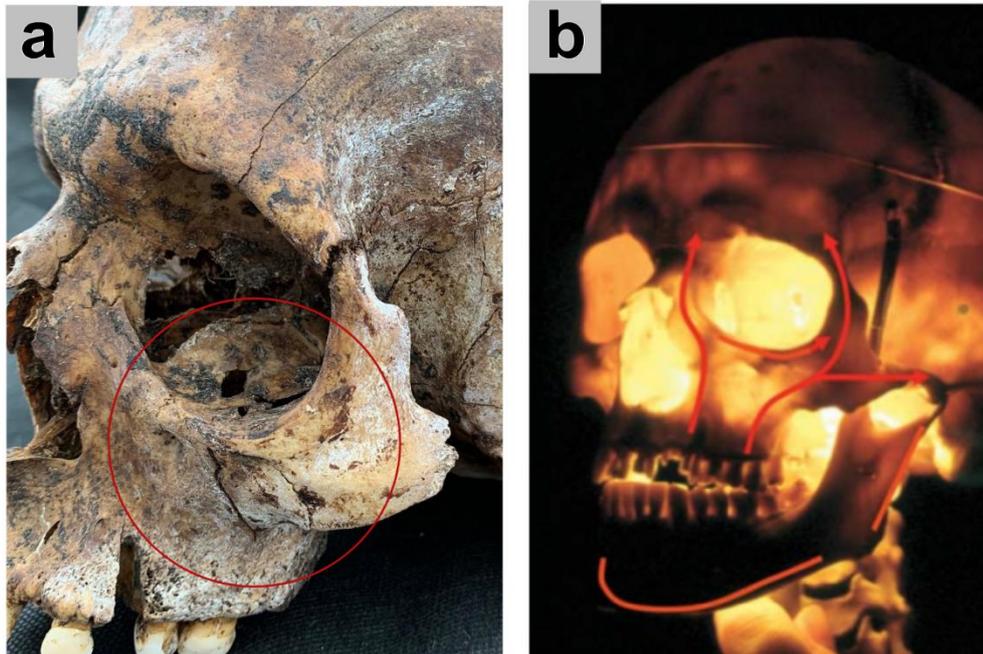
Figura 21 - Fratura FCZc tendo seu curso interrompido pela fratura FLM em vista inferolateral esquerda



Fonte: Produzida pela autora (2022)

Vale ressaltar que a superfície articular zigomaticomaxilar é relativamente mais forte por causa de sua localização próxima às regiões de resistência da maxila, o que faz com que ela apareça geralmente intacta em casos de impacto (KARLAN & CASSISI, 1979). Sendo assim, a linha de fratura FCZc passa sobre uma área de pouca resistência óssea, onde se encontra os seios da face entre o pilar zigomático e o pilar canino. A comparação do local de baixa resistência e a localização da fratura no RV6 pode ser observada na Figura 22. Na Figura 22a, estando circulado a região onde a linha FCZc percorre, e na Figura 22b as regiões mais claras correspondem às áreas de menor resistência óssea.

Figura 22 - Comparação entre áreas de resistência e localização da fratura FCZc da região do processo zigomático da maxila esquerda



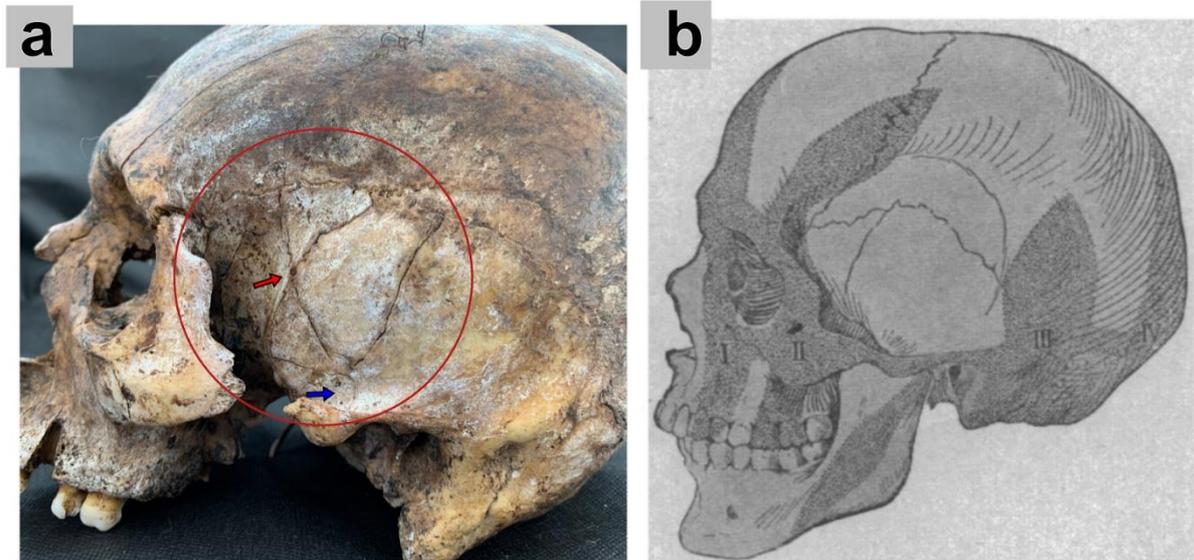
Fonte: a. Produzida pela autora (2022). b. Perry et al., (2015)

Segundo Roselló (2020), a fratura no complexo zigomaticomaxilar é geralmente resultado de um impacto direto na eminência malar, capaz de gerar deslocamento do osso zigomático nas regiões de articulação. Bogusiak e Arkuszewski (2010) em um estudo epidemiológico sobre fraturas do complexo zigomaticomaxilar discutem a relação dessas fraturas com suas principais causas, sendo agressão interpessoal a mais comum, seguida de acidentes de trânsito e quedas. Em um estudo de caso sobre fraturas causadas por traumas contundentes, presente no trabalho de Marinho (2013), é discutido a presença de uma fratura do complexo zigomaticomaxilar, semelhante à encontrada no RV6, em um indivíduo que apresentava fraturas nos membros inferiores compatíveis a atropelamento, onde foi sugerido que o indivíduo tenha sofrido um impacto anteroposterior de baixa energia na região malar como resultado da queda subsequente ao atropelamento. Sendo assim, sugere-se que o indivíduo RV6 tenha sofrido um impacto na região malar do osso zigomático em direção anteroposterior ao cair de sua própria altura durante o impacto secundário, causando o deslocamento da articulação zigomático frontal e a linha no processo zigomático da maxila, além de uma fratura cominutiva na região do arco causada por tração.

6.4 FRATURAS DO TEMPORAL

Em um levantamento de dados sobre fraturas fatais relacionados à queda, Türkoğlu et al. (2019) demonstrou que a maioria dos casos mais graves observados apresentavam a junção de fraturas na base do crânio e na calota craniana. No indivíduo RV6 foram identificados dois pontos de fratura na lateral do crânio, mais precisamente na região temporal esquerda. Essas fraturas, denominadas **FT1** e **FT2** foram causadas por dois pontos de impacto distintos, os quais criaram fraturas lineares. Os dois pontos estão localizados em uma área de menor resistência óssea do crânio, a qual podemos observar na Figura 23, com a localização das fraturas do RV6 na região temporal circulasdas na Figura 23a representadas pela seta vermelha (FT1) e seta azul (FT2), e o esquema de LeCount e Apfelbach (1920) na Figura 23b, onde as regiões mais escuras representam as áreas de maior resistência. As áreas de resistência também podem ser vistas na Figura 3, previamente citada.

Figura 23 - Comparação entre áreas de resistência e localização das fraturas da região temporal esquerda

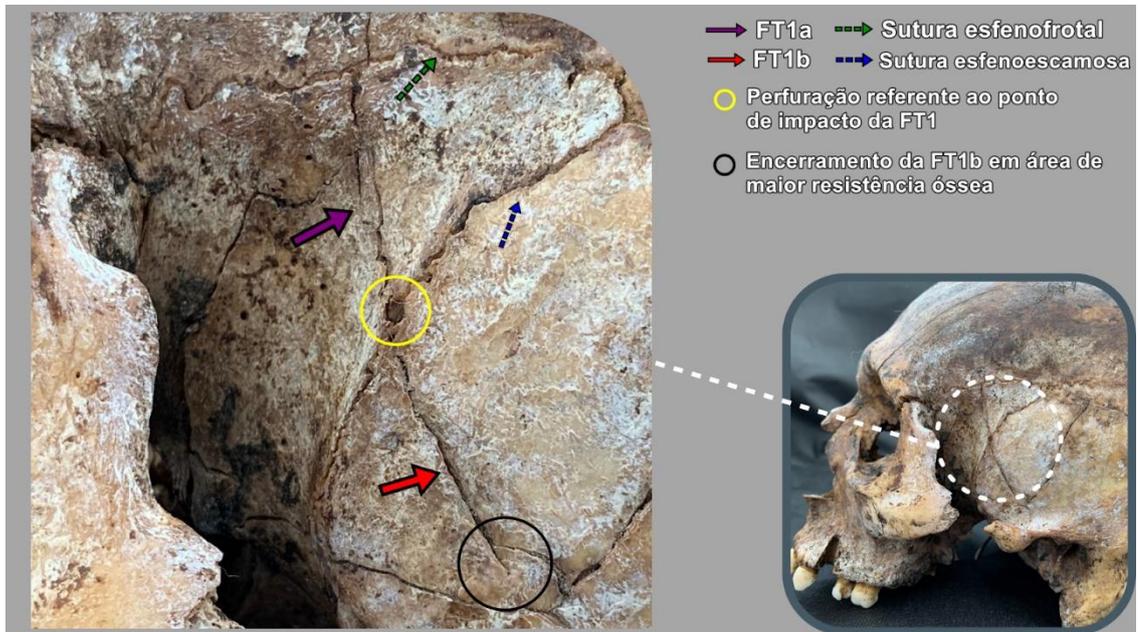


Fonte: a. Produzida pela autora (2022). b. LeCount e Apfelbach (1920).

Em relação a fratura FT1, vista em detalhe na Figura 24, é possível observar um ponto de perfuração na tábua óssea externa (círculo amarelo) na região da sutura esfenoescamosa (seta azul pontilhada), da qual partem duas linhas de fratura divergentes (FT1a e FT2b). A linha de fratura FT1a (seta roxa) vai de encontro com a sutura esfenofrontal (seta verde pontilhada), que funciona como região de dissipação de tensão e causa a interrupção da continuidade da linha

de fratura. Já a FT1b (seta vermelha) se irradia e se encerra ao chegar em uma região de maior resistência óssea ou por dissipação total da energia (círculo preto).

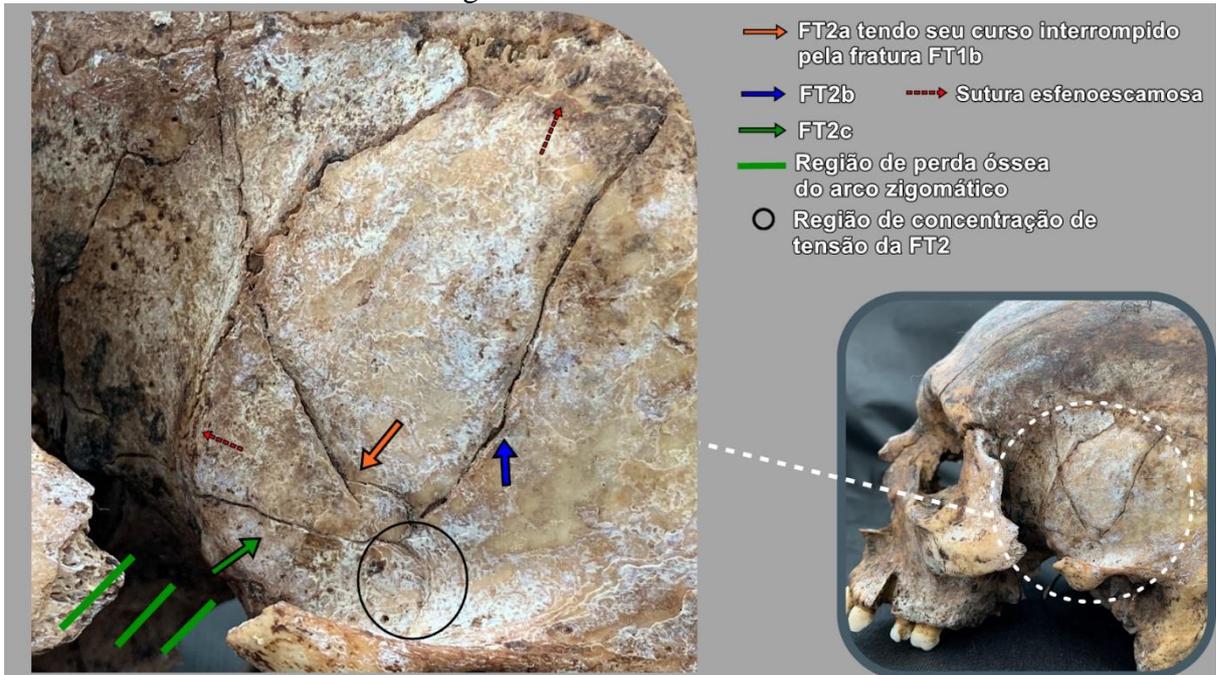
Figura 24 - FT1 em detalhe



Fonte: Produzida pela autora (2022)

Em relação a fratura FT2, vista em detalhe na Figura 25, é sugerido que o ponto de impacto foi o arco zigomático. A dissipação da energia liberada na região dessa fratura leva a uma concentração de tensão na origem do processo zigomático do temporal junto à escama do osso temporal. Essa tensão é suficiente para desencadear uma segunda sequência de fraturas: A partir do ponto FT2 (círculo preto), elas se propagam de forma linear e divergente ao longo da escama do temporal, as linhas FT2b (seta azul) e FT2c (seta verde) terminam na sutura esfenoescamosa (seta pontilhada vermelha). Já a fratura FT2a (seta laranja) tem seu curso interrompido na linha de fratura FT1b.

Figura 25 - FT2 em detalhe



Fonte: Produzida pela autora (2022)

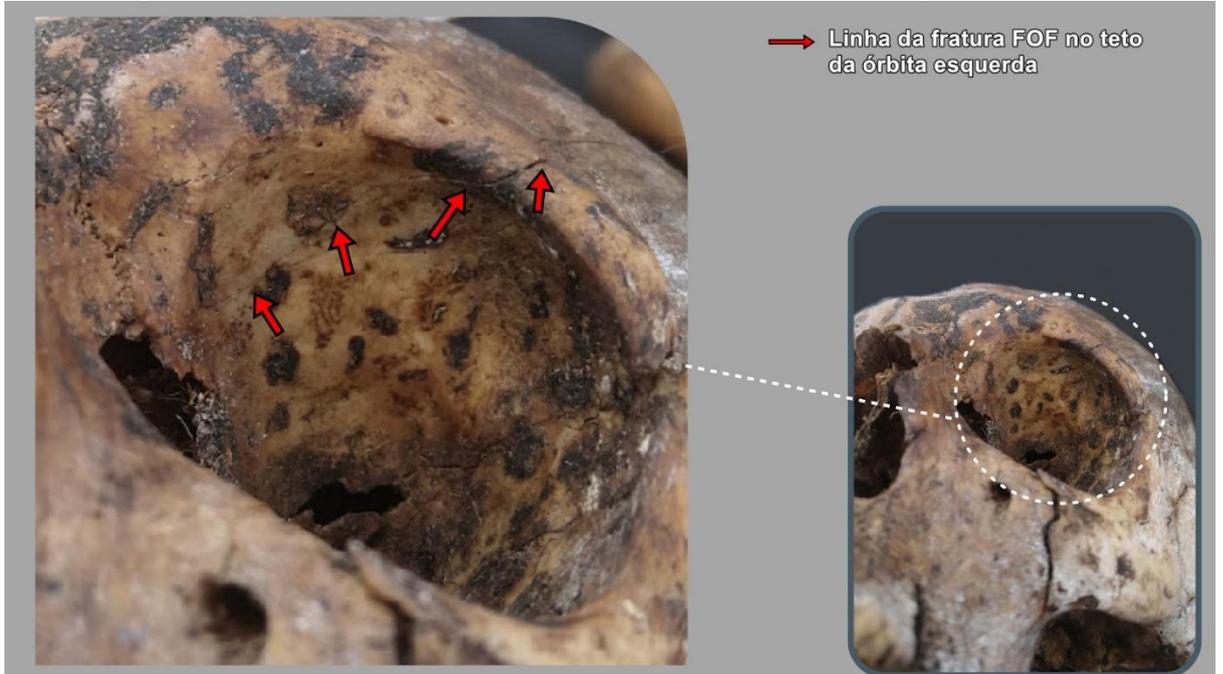
Segundo Symes et al., (2012), quando ocorre a interseção de linhas de fratura pode-se aplicar a lei de sequência de Puppe, a qual diz que a fratura do segundo impacto terminará em uma fratura previamente existente, pois a linha irá interromper a dissipação de energia do impacto subsequente. A partir dessa análise é possível sugerir que a fratura oriunda do ponto de impacto FT1 ocorreu antes do impacto do arco zigomático, onde essa região óssea tenha recebido no impacto ao cair de sua própria altura o contato com um instrumento perfurante, e o impacto tenha causado uma perfuração parcial na tábua óssea daquela região, gerando a irradiação das duas linhas, e em seguida tenha ocorrido o impacto no arco zigomático. A localização das fraturas do temporal corresponde à já comentada linha da aba do chapéu ou “*hat brim line*” comentada por Kranioti (2015), região que está mais sujeita a sofrer traumas referentes a queda do que agressões interpessoais. As fraturas do temporal correspondem então a um possível trauma contundente, gerado pelo impacto de baixa energia capaz de gerar fraturas lineares.

6.5 FRATURA DO OSSO FRONTAL

Uma fratura presente em um osso da calota craniana é a fratura do osso frontal (**FOF**), que pode ser vista em detalhe nas Figuras 26 e 27, a qual consiste em uma linha de fratura que está presente na região do teto da órbita esquerda que apresenta propagação na região da

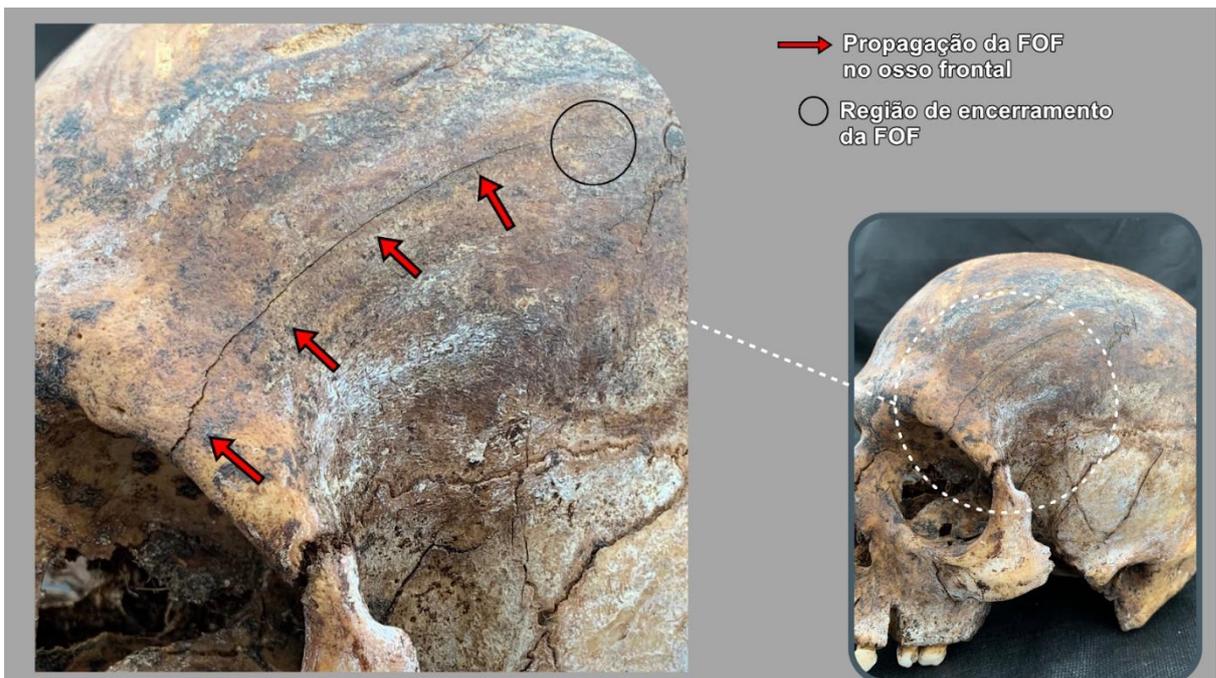
margem supraorbital (seta vermelha, Figura 26), seguindo anteriormente ao osso frontal (seta vermelha, Figura 27) e se dissipando próximo da sutura coronal (círculo preto, Figura 27).

Figura 26 - Linha da fratura FOF em vista inferior da órbita esquerda



Fonte: Produzida pela autora (2022)

Figura 27 - Continuação da fratura FOF na região do osso frontal, em vista anterolateral



Fonte: Produzida pela autora (2022)

De acordo com McGuire et al. (2005), fraturas unilaterais na região da margem supraorbital são raras, e geralmente estão relacionadas com fraturas na região da parede anterior do seio frontal. As fraturas na região do teto da órbita e na região supraorbital geralmente não acontecem isoladamente, podendo estar presente em associação com outras fraturas na região craniomaxilofacial, como fraturas na glabella, na região naso-orbital e na região do zigomático (TUNÇBILEK et al., 2004). Segundo Connon & Natri (2015), o mecanismo de trauma mais comum relacionado a fraturas no teto da órbita são os traumas de alta energia, como acidentes automobilísticos, agressões e quedas. Em relação ao indivíduo RV6, não foi possível levantar evidências específicas capazes de explicar o mecanismo de ocorrência dessa fratura.

6.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Fernández (2019), estudando o mesmo esqueleto (RV6) analisou várias características anatômicas e descreveu de forma genérica os traumatismos encontrados nos diferentes ossos. Apesar da presença de fraturas múltiplas no restante do esqueleto, neste trabalho foram estudadas apenas as fraturas do crânio de forma detalhada. A pergunta a ser respondida neste trabalho seria: é possível determinar as causas de fraturas de um crânio sem o conhecimento das características dos demais ossos deste indivíduo?

Ao analisar cada fratura individualmente, foi possível relacionar os padrões vistos nelas como tendo sido produzidos por mecanismo de baixo impacto, classificados por traumatismos contusos. Traumas contundentes abrangem uma grande variedade de causas, sendo visto que fraturas na face, na lateral do crânio e na calota craniana são suscetíveis a estarem presentes em caso de agressão e quedas, sendo a base de crânio mais comumente fraturada em impacto primário em uma queda de grande altura, causada pela ação da força centro-axial no momento do impacto dos pés ao chão, enquanto que as fraturas na face e lateral do neurocrânio observada no RV6 correspondem a um impacto de menor energia, possivelmente produzida a partir do impacto secundário do corpo ao chão.

Quando vistas em conjunto, levando em consideração as propriedades mecânicas, como o osso responde a diferentes tipos de impacto e o que foi encontrado na literatura, sugere-se que o indivíduo RV6 tenha sofrido uma queda vertical de grandes alturas, seguida de uma queda lateral de própria altura ao chegar ao chão.

7 CONCLUSÃO

O principal método de análise conduzido nesse trabalho foi associar os conhecimentos relacionados à biomecânica e conceitos de resistência óssea para explicar os possíveis mecanismos de trauma de cada fratura. Os dados obtidos neste estudo de caso foram então comparados com dados existentes na literatura para que a causa da morte pudesse ser estimada. As fraturas de base de crânio (FBC), do complexo zigomaticomaxilar (FCZ), da maxila (FM1, FM2, FM3) e da região temporal (FT1, FT2) podem ser correlacionadas como causadas por trauma contundente, sendo sua possível causa quedas de alturas. Baseado nisso, foi possível levantar uma sequência de acontecimentos, de acordo com as propriedades mecânicas do osso e com o que foi encontrado descrito na literatura em relação a essas fraturas.

Sugere-se que o indivíduo tenha caído de uma altura relativamente alta sobre os pés, e que pelo impacto primário a fratura de base de crânio tenha sido formada. Ainda decorrente desse impacto primário, o choque da mandíbula sobre a maxila de baixo para cima pode ter gerado as fraturas na região palatina e nos processos alveolares. Pela presença de fraturas majoritariamente no lado esquerdo do crânio do indivíduo, pode-se sugerir que ele tenha caído de lado de sua própria altura, chocando a região do zigomático e temporal ao chão. Pela presença de um ponto de fratura em forma de furo no temporal (FT1), é possível sugerir que o indivíduo tenha ido em direção a uma estrutura ou objeto pontiagudo a qual foi capaz de perfurar a tábua óssea externa no crânio, criando linhas de fratura. Em relação às demais fraturas (FLM e FOF), não foram encontrados trabalhos suficientes que apresentem padrões de fraturas semelhantes às encontradas no RV6, mas apesar disso, também foi possível relacioná-las como tendo sido provocadas por trauma contundente. A análise delas por fim se baseou apenas nos conceitos biomecânicos daquela região, não sendo possível sugerir uma possível sequência de eventos de formação dessas duas fraturas.

Assim sendo, este trabalho demonstrou que somente com a análise dos ossos do crânio várias evidências da causa das fraturas já podem ser descritas. Porém, certamente o estudo das fraturas de todo o esqueleto resultaria em uma descrição e avaliação mais completa das fraturas e lesões, contribuindo significativamente para a definição da causa da morte.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, O. Q., KÜMPEL, V. F. Antropologia: Conceito e Objeto. *In*: ASSIS, O. Q.; KÜMPEL, V. F. **Manual da Antropologia Jurídica**. São Paulo: Saraiva, 2011.
- BOGUSIAK, Katarzyna; ARKUSZEWSKI, Piotr. Characteristics and Epidemiology of Zygomaticomaxillary Complex Fractures. **Journal Of Craniofacial Surgery**, [S.l.], v. 21, n. 4, p. 1018-1023, jul. 2010. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/scs.0b013e3181e62e47>.
- ÇAKI, İbrahim Eray *et al.* Relationship of injuries detected in fatal falls with sex, body mass index, and fall height: an autopsy study. **Journal Of Forensic And Legal Medicine**, [S.l.], v. 78, p. 102-113, fev. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jflm.2020.102113>.
- COHN, Jason E. *et al.* An Update on Maxillary Fractures: a heterogenous group. **Journal Of Craniofacial Surgery**, [S.l.], v. 31, n. 7, p. 1920-1924, 2 set. 2020. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/scs.00000000000006675>.
- CONNON, Felicity Victoria; AUSTIN, S. J. B.; NASTRI, A. L. Orbital Roof Fractures: a clinically based classification and treatment algorithm. **Craniofacial Trauma & Reconstruction**, [S.l.], v. 8, n. 3, p. 198-204, set. 2015. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1055/s-0034-1393728>.
- CULLINAME & EINHORN. Biomechanics of bone. *In*: Bilezikian J.P., Raisz L.G., Rodan G.A. Principles of bone biology. San Diego, Academic Press, 1996.
- CUNHA, E. A Antropologia Forense Passo a Passo. *In*: GOMES, A. **Enfermagem forense**. 2014
- CUNHA, E. Devolvendo a identidade: A antropologia forense no Brasil. **Ciência e Cultura**. [S.l.], 2019, v. 71, p. 30-34.
- CUNHA, E.; PINHEIRO, J. A linguagem das fracturas: a perspectiva da Antropologia Forense. **Antropologia Portuguesa**, v. 22/23, p. 223–243, 2005.
- CURREY, J. D. **Bones: Structure and Mechanics**. Princeton University Press, 2002.
- DALMOLIN, Fabíola *et al.* Biomecânica óssea e ensaios biomecânicos: fundamentos teóricos. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 43, n. 9, p. 1675-1682, set. 2013.
- DAVIDSON, K.; DAVIES, C.; RANDOLPH-QUINNEY, P. Skeletal trauma. *In*: BLACK S.; FERGUSON E. (ed.). **Forensic anthropology**. Boca Raton: CRC Press, 2011. p. 183-236.
- DINGMAN, Reed O.; NATVIG, Paul. **Cirurgia das fraturas faciais**. São Paulo: Santos, 1983.

DIRKMAAT, Dennis C.; CABO, Luis L.; OUSLEY, Stephen D.; SYMES, Steven A.. New perspectives in forensic anthropology. **American Journal Of Physical Anthropology**, [s.l.], v. 137, n. 47, p. 33-52, 2008.

FERNÁNDEZ, Pâmela Stephanie da Silva. **ESTUDO TAFONÔMICO EM CADÁVER HUMANO ADULTO INUMADO EM UM CEMITÉRIO**. 2019. 106 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Departamento de Ciências Morfológicas (Mor), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

FREEMAN, Michael D. *et al.* Head and neck injury patterns in fatal falls: epidemiologic and biomechanical considerations. **Journal Of Forensic And Legal Medicine**. [S.l.], v. 21, p. 64-70, jan. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jflm.2013.08.005>.

FURTADO, João Hildo de C. **Fraturas bucomaxilofaciais**. São Paulo: Pancast editora comércio e representações, 1995.

GALLOWAY, Alison; *et al.* CLASSIFICATION OF FRACTURES. In: WEDEL, Vicki L.; GALLOWAY, Alison (ed.). **Broken bones: anthropological analysis of blunt force trauma**. 2. ed. Springfield, Illinois: Charles C Thomas Publisher, Ltd., 2014. p. 59-71.

GALLOWAY, Alison; WEDEL, Vicki L. Bones of the Skull, the Dentition, and Osseous Structures of the Throat. In: WEDEL, Vicki L.; GALLOWAY, Alison. **Broken bones**. 2. ed. Springfield, Illinois: Charles C Thomas Publisher, Ltd., 2014. p. 133-158.

GARTNER, L. P. Textbook of Histology, 4.^a edição, Elsevier, 2017. p. 155, 164-172.

GASPAR NETO, Verlan Valle. Antropologia biológica: uma breve incursão histórica. **Ciência e Cultura**, [S.L.], v. 71, n. 2, p. 21-24, abr. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602019000200009>.

GOONETILLEKE, U. K. D. Albert. Injuries Caused by Falls from Heights. **Medicine, Science And The Law**, [S.L.], v. 20, n. 4, p. 262-275, out. 1980. SAGE Publications.

HARDT, Nicolas; KUTTENBERGER, Johannes. Anatomy of the Craniofacial Region. **Craniofacial Trauma**, [S.l.], p. 3-13, 2010. Springer Berlin Heidelberg. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-33041-7_1.

HOLANDA AJ, VOLPON JB, SHIMANO AC. Efeitos da orientação das fibras de colágeno nas propriedades mecânicas de flexão e impacto dos ossos. **Ver. Bras. Ortop**. 1999, n. 34, v. 11/12.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, José. Tecido ósseo. In: JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, José. **Histologia Básica: texto & atlas**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013. p. 131-140.

KARLAN, M. S.; CASSISI, N. J. Fractures of the Zygoma: a geometric, biomechanical, and surgical analysis. **Archives Of Otolaryngology - Head And Neck Surgery**, [S.l.], v. 105, n. 6, p. 320-327, 1 jun. 1979. American Medical Association (AMA). <http://dx.doi.org/10.1001/archotol.1979.00790180018004>.

KRANIOTI, Elena. Forensic investigation of cranial injuries due to blunt force trauma: current best practice. **Research And Reports In Forensic Medical Science**, [s.l.], p. 25, out. 2015.

LECOUNT, E. R. and C. W. Apfelbach. Pathologic anatomy of traumatic fractures of the cranial bones and concomitant brain injuries. *JAMA*. n.74, p.501–511, 1920.

LENKEIT, Christopher P.; LOFGREN, Daniel H.; SHERMETARO, Carl. **Maxillary Sinus Fracture**. [S.l.]: PubMed.gov, 2022.

LESSA, A. Violência e impunidade em pauta: problemas e perspectivas sob a ótica da antropologia forense no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 14, p. 1855-1863, 2009. Lisboa: Lidel, vol. 1, 2014. p. 280-288.

LITTLE, M. A.; SUSSMAN, R. W. History of biological anthropology. *In*: LARSEN, C. S. (ed.). **A companion to biological anthropology**. WestSussex: Wiley-Blackwell, 2010. p. 13-38.

LOVE, Jennifer C.; WIERSEMA, Jason M. Skeletal Trauma: an anthropological review. **Academic Forensic Pathology**, [s.l.], v. 6, n. 3, p. 463-477, set. 2016.

LOWENSTEIN, Steven R; YARON, Michael; CARRERO, Rosanne; DEVEREUX, Dennis; JACOBS, Lenworth M. Vertical trauma: injuries to patients who fall and land on their feet. **Annals Of Emergency Medicine**, [S.l.], v. 18, n. 2, p. 161-165, fev. 1989. Elsevier BV.

M. PERRY A. BROWN P. BANKS. **Fractures of the Facial Skeleton**. 2015.

MACKIE, E. J.; AHMED Y. A.; TATARCZUCH L.; CHEN K. S.; MIRAMS M. Endochondral ossification: how cartilage is converted into bone in the developing skeleton. **The International Journal of Biochemistry & Cell Biology**. 2008.

MARINHO, Luísa Maria de Oliveira. **Perimortem Blunt Force Trauma Analysis**: on the reconstruction of the circumstances of death of human skeletal remains. 2013. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Ciências da Vida, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2013.

MCGUIRE, Taylor P.. Fractures of the Supraorbital Rim: principles and management. **Pratique**, [S.l.], v. 6, n. 72, p. 537-540, jan. 2006. Disponível em: <https://cda-adc.ca/jadc/vol-72/issue-6/537.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2022.

MURTHY, C.R. Vasudeva *et al.* The Study of Pattern of Injuries in Fatal Cases of fall from Height. **Al Ameen Journal Of Medical Sciences**, Bangalore, v. 5, n. 1, p. 45-52, 2012.

OPPERMAN, L. A. **Cranial sutures as intramembranous bone growth sites**. *Dev Dyn*, 2000.

PARREIRA, José Gustavo; MATAR, Marina Raphe; TÔRRES, André Luis Barreto; PERLINGEIRO, Jacqueline A. G.; SOLDA, Silvia C.; ASSEF, José Cesar. Comparative

analysis between identified injuries of victims of fall from height and other mechanisms of closed trauma. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, [S.l.], v. 41, n. 4, p. 272-277, ago. 2014.

POLLOCK, Richard. **Craniomaxillofacial Buttresses: Anatomy and Operative Repair**. New York, Thieme, 2012.

RIZZOLO, R J Cruz ; MADEIRA, M. C. . **Anatomia facial com fundamentos de anatomia geral**. 4. ed. São Paulo: Sarvier, 2012.

ROCHA, Natally de Souza Maciel; ANDRADE, Juliano Ribeiro; JAYANTHI, Shri Krishna. Imagem no trauma de face. **Revista de Medicina**, [S.l.], v. 90, n. 4, p. 169, 10 dez. 2011. Universidade de São Paulo, Agência USP de Gestão da Informação Acadêmica (AGUIA).

ROGERS, L. F. **Radiology of Skeletal Trauma**. Churchill Livingstone, New York, 1992.

ROSELLÓ, Eva Gómez *et al.* Facial fractures: classification and highlights for a useful report. **Insights Into Imaging**, [S.l.], v. 11, n. 1, p. 1-15, 19 mar. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1186/s13244-020-00847-w>.

ROWBOTHAM, Samantha K. *et al.* An Anthropological Examination of the Types of Skeletal Fractures Resulting from Fatal High (>3 m) Free Falls., **Journal Of Forensic Sciences**, [S.l.], v. 64, n. 2, p. 375-384, 14 ago. 2019. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/1556-4029.13887>.

ROWBOTHAM, Samantha K.; BLAU, Soren. Skeletal fractures resulting from fatal falls: a review of the literature. **Forensic Science International**, [S.l.], v. 266, p. 582-597, set. 2016. Elsevier BV.

ROWBOTHAM, Samantha K.; BLAU, Soren; HISLOP-JAMBRICH, Jacqueline. The skeletal trauma resulting from a fatal B.A.S.E jump: a case study showing the impact of landing feet-first under extreme vertical deceleration. **Forensic Science International**, [S.l.], v. 286, p. 20-27, maio 2018b.

ROWBOTHAM, Samantha K.; BLAU, Soren; HISLOP-JAMBRICH, Jacqueline; FRANCIS, Victoria. Skeletal Trauma Resulting From Fatal Low (≤ 3 m) Free Falls: an analysis of fracture patterns and morphologies. **Journal Of Forensic Sciences**, [S.l.], v. 63, n. 4, p. 1010-1020, 28 nov. 2017.

ROWBOTHAM, Samantha K.; BLAU, Soren; HISLOP-JAMBRICH, Jacqueline; FRANCIS, Victoria. An Assessment of the Skeletal Fracture Patterns Resulting from Fatal High (>3 m) Free Falls. **Journal Of Forensic Sciences**, [S.l.], v. 64, n. 1, p. 58-68, 25 abr. 2018a.

SCIENTIFIC Working Group for Forensic Anthropology (SWGANTH). Trauma Analysis. 2011. Disponível em:

https://www.nist.gov/system/files/documents/2018/03/13/swganth_trauma.pdf. Acesso em: 28 dez. 2021.

SIMMONS, Tal; HAGLUND, William D. Anthropology in a forensic context. *In*: HUNTER, John; COX, Margaret. **Forensic archeology: Advances in theory and practice**. New York: Routledge, 2005. p. 159-176.

SYMES, Steven A. et al. Interpreting Traumatic Injury to Bone in Medicolegal Investigations. *In*: DIRKMAAT., Dennis C. (org.). **A Companion to Forensic Anthropology**. [S.I]: Blackwell Publishing Ltd., 2012. p. 340-389.

TUNÇBLEK, Gökhan *et al.* Isolated Supraorbital Rim Fracture Displaced Out of Scalp: a case report. **Journal Of Craniofacial Surgery**, [S.I.], v. 15, n. 3, p. 451-453, maio 2004. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1097/00001665-200405000-00021>.

TÜRKOĞLU, Abdurrahim. *et al.* A study of fatal falls from height. **Journal Of Forensic And Legal Medicine**, [S.I.], v. 61, p. 17-21, fev. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jflm.2018.10.008>.

UBELAKER, Douglas H.. A history of forensic anthropology. **American Journal Of Physical Anthropology**, [S.I.], v. 165, n. 4, p. 915-923, 25 mar. 2018. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/ajpa.23306>.

VANRELL, J. P. **Odontologia Legal e Antropologia Forense**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan. 2002.

WEDEL, Vicki L. *et al.* Trauma Analysis: Training, Roles, and Responsabilitiest. *In*: WEDEL, Vicki L.; GALLOWAY, Alison (ed.). **Broken bones: anthropological analysis of blunt force trauma**. 2. ed. Springfield, Illinois: Charles C Thomas Publisher, Ltd., 2014. p. 5-10.

WEINER S, WAGNER H (1998) The material bone: Structure-mechanical function relations. **Annual Review of Materials Science**, 1998, n. 28, v. 1. p.271–298.

WHITE, T. D.; Pieter A. FOLKENS. **The Human Bone Manual**. Amsterdam: Elsevier Academic, 2005.

ZEPHRO, Lauren; GALLOWAY, Alison. THE BIOMECHANICS OF FRACTURE PRODUCTION. *In*: WEDEL, Vicki L.; GALLOWAY, Alison (ed.). **Broken bones: anthropological analysis of blunt force trauma**. 2. ed. Springfield, Illinois: Charles C Thomas Publisher, Ltd., 2014. p. 33-40.

ZHOU, Hai-Hua *et al.* Dental trauma in patients with maxillofacial fractures. **Dental Traumatology**, [S.I.], v. 29, n. 4, p. 285-290, 12 jul. 2012. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-9657.2012.01169.x>.

ZIVKOVIĆ, Vladimir; NIKOLIĆ, Slobodan; BABIĆ, Dragan; DJONIĆ, Danijela; ATANASIJEVIĆ, Tatjana; DJURIĆ, Marija. Pontomedullary Lacerations in Falls from a Height-A Retrospective Autopsy Study. **Journal Of Forensic Sciences**, [S.I.], v. 57, n. 3, p. 654-657, 8 dez. 2011. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1556-4029.2011.01993.x>.