Pesquisas em Geociências

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

Ichtiodontes e Ichtiodorulitos (Pisces) da Formação Estrada Nova e Sua Aplicação na Estratigrafia do Grupo Passa Dois

Norma Luiza Würdig-Maciel

Pesquisas em Geociências, 5(1): 7-166, Mai./Ago., 1975.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21830>

Publicado por

Instituto de Geociências

Portal de Periódicos
UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: pesquisas@ufrgs.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - Mai./Ago., 1975.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

**Ichtiodontes e Ichtiodorulitos (Pisces) da Formação Estrada
Nova e sua aplicação na estratigrafia do Grupo Passa Dois.**

Norma Luiza Würdig-Maciel

1975

PESQUISAS, PORTO ALEGRE, 5: 7-166, AGO., 1975.

By the first time, in Brazil, the use and applyance of ichthyodonts, ichthyodorulites and fish scales in the stratigraphy and paleoecology are introduced in a systematic way. The study was mainly done with material collected at Estrada Nova Formation and some at Irati Formation (Permian).

Two kinds of systematics were necessary to use this material for stratigraphical purposes: the natural systematic and an artificial specially organized for it. Under the natural systematic, three new species of Elasmobranchiomorphi were described: *Xenacanthus santosi* Würdig-Maciel, sp.nov. and *Orodus milleri* Würdig-Maciel, sp. nov. from Estrada Nova Formation, and *Xenacanthus pricei* Würdig-Maciel, sp. nov. from Irati Formation.

A typical association was determined for each formation indicating a sub-aqueous environment with low salinity at the beginning of the sedimentation changing to a continental fresh water environment to the end of it.

The age of these sediments, corresponding to the Irati Formation and the beginning of Estrada Nova Formation has being already dated as Ufimskian to Kazanian through the flora and fauna. The upper part of the last formation could reach the Tartarian.

A — INTRODUCTION

1. Objectives

The aim of this work is to begin, in a systematic way, the application of teeth, ichthyodorulites and scales of fish in the stratigraphy. New techniques of morphologic descriptions and sistematization were created to permit a more efficient and adequate stratigraphical work.

In the other hand it is started their application in the study of the Passa Dois Group. It is described the ichthyodonts and ichthyodorulites of Estrada Nova Formation and, parcely, of Irati Formation.

It is used here a natural systematic and also an artificial one, which in the future probably will result in a parataxa. The natural systematic permits a more rapid approximation of the age of the sediments and gives elements for paleoecologic and paleogeographical interpretations. The artificial systematic characterized by the definition of morphologic types of ichthyodonts would be used in stratigraphy, specially for correlations within Paraná Basin beds and certainly also in others areas in Brazil and other countries.

2. Lithology and stratigraphical position of the outcrops and drillings cores used

The fossil material in study proceeds from outcrops and drilling cores of the Estrada Nova and Irati Formation (fig.1, 5-7). They can be characterized lithologically and stratigraphically as follow:

Outcrop BR-293, Km 258. Fig.1, photos 1-2.

Lithologically it is composed of a bed of gray siltic shales with plane-parallel stratification. The levels are alterned, showing gray siltic levels intercalated with other red and more arenaceous.

Ichthyofaunule remains appear in both types of sediments, but they have a better preservation in the siltic levels. The fossils are found associated with little pebbles and calcareous concretions sometimes involved by a thin argillaceous layer. A conglomerate block composed by calcareous pebbles involved by a siltic matrix was found before in this same outcrop. These pebbles remind rolling osseous

fragments similar to the typics bone beds, with great quantity of scales, teeth and ichthyodorulites.

This outcrop corresponds to the inferior part of Estrada Nova Formation and it is situated near the contact with the Irati Formation, just in the area of the type locality of the Caveiras facies, proposed by Figueiredo F^o (1972). See profile Caveiras-Ibicui da Armada, fig.2.

Sediments of the median and superior part of Estrada Nova Formation can be seen in the road to Rosário do Sul city, at NW of the outcrop above described. At 500m in this road the formation shows its typic aspect with an alternation of colors. It can be seen the rose colored shales alterned with an almost red tone or assuming a gray-greenish color. The stratification is plane-parallel with cream ellipsoid calcareous concretions and spots of light rose color (photos 4-5). At almost 1500m of the first outcrop it is observed the superior part of Estrada Nova Formation represented by thick, red, arenaceous bodies and with a granulometry which varies from fine to median grain and with a very well seen plane parallel stratification. It is frequent the presence of primary structures as micro-cross-stratification (photo 9) and ripple-marks (photos 7 and 10). Worm trails can be observed in photo 8.

Outcrop Bagé-Aceguá, Km 27. Fig.1, photos 11 and 12.

Rose colored siltstone with cream levels and plane parallel stratification showing lens of sandstone varying from fine to median grain in a rose to violet color.

The ichthyofossils were found in this lens together with amphibians remains. These sediments correspond to the median and superior part of Estrada Nova Formation, the Armada facies, proposed by Figueiredo F^o (1972). See profile Bagé-Aceguá, fig. 3.

Drilling 180 (Leão) - DACM. Fig.1

The fish remains were found in samples at 34.90m depth in dark gray silty shales. They are situated just above the green breccia with Mesosauridea remains which characterize the Irati Formation sediments. See drilling profile 180 (Leão), fig. 4.

Drilling 179 (Leão) — DACM. Fig.1

The teeth and scales of Paleoniscids proceed from samples at 9.0 and 24.5m depth, in plumbeous gray micaceous shales, with layers of fine sandstone and pebbles of quartz at the top. At 24.5m the sediments represent a fossiliferous breccia. The sediments at both depths correspond to the Irati Formation. See drilling profile 179 (Leão), fig.4.

Drilling PN-17-SJ (Leão) — DACM. Fig.1

The ichthyofossiles remains were found at 133m depth in the sediments of Irati Formation that correspond to siltstones or plumbeous gray, micaceous, pyritiferous silty shales, with calcitic and arenaceous levels. See drilling profile PN-17-SJ (Leão), fig.4.

1. Nomenclature and systematic problems

The study of a determined ichthyofaunule based in teeth, scales and ichthyodorulites suggests a general knowledge of different types of external morphology and histology that can be found in the various groups of fish.

Sometimes genera and species can be determined through the study of these rests, but in other cases, mainly when more evolved forms are involved, it is necessary the knowledge and the analysis of a great number of elements as their skeleton and morphology.

The Elasmobranchiomorphi group normally has the ichthyodonts with a form and histology so characteristic that allow a more precise classification. However as almost all literature about fish remains was done at the end of the last century and beginning of the present, the descriptions sometimes do not have an accurate scientific style and the illustrations devoid the necessary clearness. At the end of this part it is presented a nomenclatural index in portuguese language with all terms used in this publication with reference of these fossil remains.

On the other hand, the Paleoniscid group comprises fish which study is based in their external morphology, mainly in the cranial skeleton, but despite this many species have been created on the base of the scales. This group has a large occurrence in the Upper Paleozoic but the ichthyodonts are not so useful as those of the Elasmobranchiomorphi.

The Paleoniscid ichthyodonts have a general conic form, more or less elongated, with a modified dentinal cap in the apex and bearing a similar histology in the various genera. For this reason they are grouped in a more general taxonomic category as Sub-Order. The ichthyodonts were analysed in their external morphologic variations and separated according the morphologic types in an artificial

systematic, created specially for them. Based in the analysis results it is proposed a morphological classification key presented below, consisting of three principal basic types of ichthyodonts: straight, curved and sigmoidal (fig.8).

According to this morphological classification key it were found seven types of ichthyodonts, all of them having the same internal characteristic structure of the group. The author believes that this artificial systematic key represents a parataxa that will be very useful to the stratigraphy.

2. Morphological classification key

1. Straight

- 1.1 Smooth
- 1.2 Costelated
 - 1.2.1. Holocostelated
 - 1.2.2. Hemicostelated
 - 1.2.2.1. Labial ampliundulated
 - 1.2.2.2 Labial strictundulated

2. Curved

- 2.1 Smooth
- 2.2 Costelated
 - 2.2.1 Hemicostelated
 - 2.2.1.1 Labial smooth
 - 2.2.1.2 One lateral smooth face
- 2.3 Rugose

3. Sigmoidal

- 3.1 Smooth
- 3.2 Costelated
 - 3.2.1 Holocostelated
 - 3.2.2 Hemicostelated
 - 3.2.2.1 Labial smooth
 - 3.2.2.2 Labial undulated

B1 ARTIFICIAL SYSTEMATIC

Ichthyodont A Pl. I, fig.1-4; Pl. XIV, fig.2

Diagnosis: Ichthyodont conic and straight, with smooth surface.

Description: Hypotypus MP-M-43

Ichthyodont conic and straight in form, slightly laterally compressed (Pl. I, fig. 1B). Relatively strong and large, with 4,8mm of length. Its base width is equal to half the length of the ichthyodont. The surface is completely smooth. Base straight. The apical tooth portion presents a pointed cap. It has an hialin aspect, reflex of the change of the dentin in this tooth region. (Pl. I, fig.1)

In the histological section it is clearly seen the orthodentine, the modified dentine and a layer of enamel, as well as other structures: the pulp cavity, the dentinal tubules, etc.

The orthodentine forms the main mass of the tooth; the modified dentine occupies their apex as a cone-shaped cap, while the enamel surrounds the basal part of the orthodentine cylinder. These structures are clearly observed in photographs taken under polarized light, when it can be observed in diferents colors. (Pl.XIV)

Descriptions of the sections:

Transversal section — Plesiotypus MP-M-47

In the center of the tooth it is observed a very well developed pulp cavity surrounded by many concentric layers of orthodentine, as can be seen in Pl. XIV, fig.3B. Very fine dentinal tubules part from this cavity and reach the enamel layer, that can be seen in yellow color (fig. 3B).

Longitudinal section — Plesiotypus MP-M-44

In the middle part of the tooth it is observed the pulp cavity developed until the apical portion of it, near the cap of modified dentine. This canal begins with a wide base and finishes in a narrow apical portion. The delicate dentinal tubules are clearly seen in high magnification. They part of the pulp cavity and run parallel to each other, usually branching in dicotomic form near the surface of the tooth. The tubules cross the orthodentine and reach the enamel, that is seen in yellow color.

This last layer is very slender and don't have dentinal tubules. The apex of the tooth is covered by a well developed cone-shaped cap of hialin modified dentine without dentinal tubules. (Pl. XIV, fig.2). It is also observed some longitudinal lines in the orthodentine that run parallel to the tooth surface and represent growth lines, which appear darker in cross section. These structures are clearly observed in the fig. 4 and 5.

Observations: The ichthyodonts classified as type "A", straight and smooth, through the utilization of the morphological classification key, can show some variations in form and in proportion of their dimensions. It can be observed in the plesiotypes MP-M-44, MP-M-45, MP-M-46 and MP-M-47.

Ichthyodont B

Pl. II, fig.1-3; Pl. III, fig.1; Pl. XIV, fig.3A-B.

Diagnosis: Ichthyodont conic and straight, with the surface holocostelated or hemicostelated. In the last case it shows the labial face ampliondulated or strictondulated.

Description: Hypotypus MP-M-48

Ichthyodont with conic aspect, straight and slightly compressed laterally. (Pl. II, fig.1B). Surface holocostelated, with pronounced and narrows ridges on the lingual and lateral faces. On the labial face that ridges are more ample than those of the other faces. They are extended from the tooth base until the cap of modified dentine, where they become delicate and almost imperceptibles. The modified dentine cap is conical elongated and slightly pointed. Base straight. The tooth is 3,4mm length representing two times the base width (Pl. I, fig.1)

The histological sections were done in the plesyotype MP-M-49. The longitudinal and transversal sections show the same structure already evidenced in the cross sections of Ichthyodont "A". However it can be noted the presence of ridges and ondulations in the external layer of orthodentine and in the enamel, respectively in the lingual and labial faces (Pl. XIV, fig.3A, 3B) of the tooth.

Observations: According to the morphologic key proposed in this work, the Ichthyodont B can show some variations in the pattern of the ridges on the surface of the tooth which can be observed in the plesiotypes MP-M-49, MP-M-50 and MP-M-51.

Ichthyodont C
Pl. IV, fig.1-6; Pl. XIV, fig.1

Diagnosis: Ichthyodont conic and curved, with smooth surface.

Description: Hypotypus MP-M-52

Ichthyodont with conic aspect, curved and completely smooth, modified dentine cap elongated, with pointed extremity. Seen laterally, slightly concave in lingual face. Base straight. Tooth length equal to 2,6X the base width. (Pl.4, fig.1)

In the histological section it is observed the same structure described for the Ichthyodont A. The longitudinal section was done in the plesiotype MP-M-54 (Pl. XIV, fig. 1) and the transversal in the plesiotype MP-M-55.

In the longitudinal section it is clearly observed the thin enamel layer, blue under polarized light, surrounding the violet and yellow orthodentine. It is also very well seen the dentinal tubules, that reach the base of the modified dentine cap.

Observations: These ichthyodonts, classified as curved and smooth, present variations in the degree of their curvature and in the width-length of the cusps, as can be observed in the plesiotypes MP-M-53, MP-M-54, MP-M-55, MP-M-56 and MP-M-57.

Ichthyodont D
Pl IV, fig. 7-9

Diagnosis: Ichthyodont curved, hemicostelated, with the labial or one of the lateral faces smooth.

Description: Hypotypus MP-M-58

Ichthyodont curved, hemicostelated, with one of the lateral faces, probably the left, showing characteristics ridges which begin on the basal region of the cusp and disappear near the modified dentine cap, where they become slight and imperceptibles. In the lingual and labial faces of the tooth the ridges are spread out in a tenuous way. The modified dentine cap is elongated and pointed. The tooth base is straight. The cusp

has 3,7mm of length corresponding 2,1 X the base width. (Pl. IV, fig. 7)

The histological structure of the tooth is the same of that described in Ichthyodont A. The longitudinal section was realized in plesiotype MP-M-99.

Observations: Variations in the position of the ridges in the cusp surface are evident in this group of ichthyodonts. These variations are related with the position of the teeth in the fish mandibles, as can be observed in the plesiotypes MP-M-59, MP-M-60 and MP-M-99.

Ichthyodont E
Pl. III, fig. 2

Diagnosis: Ichthyodont curved with rugose surface.

Description: Hypotypus MP-M-61

Ichthyodont conic and curved with

slender and delicated ridges disposed discontinuously in all faces. In the apex of the tooth appears a salient ring. This structure is

evidenced by a lost of the dentine cap; the salience is formed by the orthodentine and the ring by the end of the layer of enamel. Base slightly concave. The length of the cusp corresponds to half the width base. As there is

only one specimen of this type, it was not made any section of it, but the internal structure certainly is the same of the others types of teeth.

Ichthyodont F

P1. V, fig. 1-10

Diagnosis: Ichthyodont sigmoidal with smooth surface.

Description: Hypotypus MP-M-62

Ichthyodont conic, with sigmoidal form and smooth surface. Modified dentine cap elongated and with pointed apex. Tooth relatively long, three times longer than the base width. (P1. V, fig. 1)

The histological sections were done in the plesiotypes MP-M-63 (transversal section) and MP-M-66 (longitudinal section). The internal structures corresponds of that of Ichthyodont A.

Observations: The variations presented by this type of tooth have relation with the length, rate width-length of the cusps and degree of sigmoidalism, as can be observed in the two groups of plesiotypes related below:

a) MP-M-63, MP-M-64, MP-M-65 and MP-M-66. P1. V, fig. 2-5.

Ichthyodonts sigmoidal, elongated, with smooth surface, keeping the rate width-length

of 2,8 to 2,9 X. Only one exception is the plesiotype MP-M-63, with the rate width-length of 2,5 X.

b) MP-M-67, MP-M-68, MP-M-69, MP-M-70 and MP-M-71. P1. V, fig. 6-10.

Ichthyodonts sigmoidal, elongated, with smooth surface, with the rate width-length from 3,0 to 4,1 X.

Comparing the two groups of plesiotypes it can be distinguished two types of sigmoidal ichthyodonts based in the rate width-length of the cusps. The first group is two times the length of the second. Probably this fact is related with the disposition of the teeth on the mouth, because the Paleoniscids normally has alterned a long and a short cusp on the mandible.

Comparing the ichthyodonts sigmoidals with the curved types "C" and "D" it can be observed that the first one is generally more elongated and with a bigger rate length-width.

Ichthyodont G

P1.V, fig.11-12; P1.VI, fig.1-3; P1.VIII, fig.1-3;
P1.XIV, fig.4-5

Diagnosis: Ichthyodont sigmoidal, holocostelated or hemicostelated, showing the labial face smooth or undulated in the last type.

Description: Hypotypus MP-M-72.

Ichthyodont with conic aspect, sigmoidal form, holocostelated. In the lingual and lateral faces the ridges extend from the base to near the dentine modified cap. In the labial face they begin at 3/4 the length of the cusp. The modified dentine cap has a rounded apex. The tooth base is laterally inclined. The length is 3.8mm, two times the base width. (P1. VII,fig. 1)

The histological sections were done in the plesiotypes MP-M-79 (P1. XIV, fig.4) and

MP-M-77 (P1. XIV, fig. 5). The same structure of the others is observed here. In the longitudinal sections of this type the growth lines of the orthodentine are very well distinct.

Observations: The variations of pattern ridges found in this group of ichthyodonts can be observed in the plesiotypes MP-M-73, MP-M-74; MP-M-75, MP-M-76, MP-M-77, MP-M-78 and MP-M-79 figured in P1. V, fig. 11-12, P1. VI, fig. 1-3 and P1. VIII, fig. 1-3.

Genus *Xenacanthus* Beyrich, 1848***Xenacanthus santosi* Würdig-Maciel, sp. nov.**P1. VIII, fig. 1-2; P1. IX, fig. 1-2; P1. X,
fig. 1-6; P1. XV, fig. 1-4

Diagnosis: The base bears superiorly two unequal cusps on the labial margin and a small cuspule between them, all of them slightly laterally compressed, with smooth carinated edges. The lingual and sometimes the labial faces of the cusps present ridges that can be short or long, single or branched. In labial view the cusps are straight and few inclined outside. Base round to ovate. Base tubercle with the inferior border straight and much wider than the base of any lateral cusp.

Description: Holotypus MP-M-80

The base presents on the labial margin two lateral cusps and an intermediary cuspule and behind them an apical circular button which occupied almost 1/3 of the base. The cusps are slightly laterally compressed and have smooth and single carenated edges. In labial view they are straight and few inclined outside. Laterally they are slightly inflected for behind. The right cusp are longer than the left one. On the labial and lingual faces of the cusps there are delicate ridges relatively short. The right cusp bears on the labial and lingual faces one little ridge one half the length of the cusp. The left cusp presents the labial face smooth and the lingual face with one ridge on the external side that runs from the apex to the middle of the cusp. The cuspule does not present ridges and its length corresponds one half the length of the lateral cusps. The base has a sub-triangular to a circular form presenting the length and width with the same measures. The basal border is round. It has several nutritive foramens in its inferior surface (P1. VIII, fig. 1) The length of the tooth, from the basal tubercle to the apex of the larger cusp corresponds 1,6x the height of the base, measured on the lingual face including the apical button. The basal tubercle has a losangular form and it is very well developed. In labial view this tubercle has the inferior border straight and much wider than the base of any lateral cusp.

By the histological sections it is clearly seen the internal trabecular structure of the base which shows a very well developed canals sistem. (P1. XV, fig. 4) The trabecular dentine is continuous in the apical button, where the canals are slender and more ramified. (P1. XV, fig. 4b) In longitudinal or

transversal sections of the cusps it is observed the central pulp cavity surrounded by various layers of orthodentine disposed concentrically (P1. XV, fig. 1f and 2f). The pulp cavity begins at the base of the tooth and reaches the apical portion of the cusps. Several thick and ramified dentinal tubules part from the pulp cavity becoming much slender near the vitrodentine (P1. XV, fig. 3e). A fine vitrodentine layer surrounds the cusps surface.

Observations: The paratypes show some variations in the form of the base portion, in the disposition of the cusps or in the disposition of the ridges on the surface of the cusps. Despite those variations, the following characteristics are constant: ridges on the surface of the cusps; single and smooth carina; cusps straight and few inclined outside in labial view and somewhat curved in lateral view; basal tubercle wide with a straight border. These variations can be observed in the paratypes MP-M-81, MP-M-82, MP-M-83, MP-M-84, MP-M-85, MP-M-86, MP-M-87, MP-M-88 and MP-M-89, in the P1. VIII, fig. 2; P1. IX and X.

Discussion: The species described resembles very much to *Xenacanthus platypternus* (Cope) from the Clear Fork Group, Permian of Texas. Both have a high base much longer than wide, sometimes with thin borders. The cusps are curved to behind, slightly laterally compressed and with single and smooth carenated edges. However *Xenacanthus santosi* sp. nov. differs from *Xenacanthus platypternus* by the straight cusps slightly bent outside (in labial view), by the presence of ridges on its surface and by the wide basal tubercle with straight inferior border.

Xenacanthus santosi sp. nov. resembles also *Xenacanthus laevisimus* Agassiz, from the Carboniferous of Low Main Coal Seam, Newsham, Northumberland and Cannel Coal, Tingley. This species is sigmoidal in lateral view, presents smooth or striated surface and

the cusps are curved and bent outside. The new species has straight cusps, which are laterally flexioned to behind presenting a characteristic ornamentation consisting of ridges in the lingual and sometimes labial face.

***Xenacanthus pricei* Würdig-Maciel, sp. nov.**
Pl. XI, fig. 1-3.

Diagnosis: Tooth with the cusps very wide in comparison to the size of its base. The cusps present smooth and single crenated edges and short ridges vertically disposed on their middle superior portion. In labial view the cusps are curved and inclined outside. The prominent basal tubercle has a round inferior border and its width is smaller than the base of one lateral cusp.

Description: Holotypus MP-M-23

Tooth with round, wide lateral cusps ornamented with single carina. Because of the great size of the cusps the space occupied by the intermediate cusp is restricted, having a little basal diameter. The base is few developed and presents, in lateral view, a length which corresponds to 2,1 X the width of one lateral cusp.

The cusps bear a single and smooth crenated edge and its surface present delicate ridges. In the median superior part of the labial face a single and short ridge that follows the cusp curvature is present. Another ridge much pronounced is set on the intern side of the lingual face, near the carina. The apical button is small and covers 1/6 the base area. The base is concave, short, with a subtriangular to elliptical form. Inferiorly there are many nutritive foramina and a small prominent and round basal tubercle on the labial face. The tubercle occupies 1/6 X the base area. The prominent basal tubercle bears a round, narrow, inferior extremity in basal view. Its width is 1/3 the width of the base of any lateral cusps. The cusps are curved and directed outside in labial view and they are almost straight in lateral view.

Because of the type of fossilization the

cross sections did not reveal the internal structures of the tooth, making impossible its study.

Observations: The species described presents some variations in the form of the teeth as can be observed in the paratypes MP-M-90 and MP-M-91. Those variations may be due to the disposition of the teeth on the mandible (Pl. XI, fig. 2 and 3).

Discussion: This species presents a great similarity with the preceding one and they could have close affinities. Both have cusps with smooth carinated edges and ridges in the surface. The base bears the same variations in the rate width-length. However, *Xenacanthus pricei* sp. nov. differs from the other by its broad circular cusps inserted on a relative small base; by the prominent tubercle with round and narrow borders and also by the curved cusps inclined outside, when observed in labial view.

Xenacanthus pricei sp. nov. also resembles *Xenacanthus platypterus* (Cope) from Clear Fork Group, Permian of Texas. However this species differs from the new one by having the cusps inclined to behind, by having the base broader than longer and by having smooth surface.

Genus *Orodus* Agassiz, 1838

***Orodus milleri* Würdig-Maciel, sp. nov.**
Pl. XII, fig. 1

Diagnosis: Tooth laterally elongated, having the length two times the width. Low crown with the main cone asymmetrically placed. At the left side of the main cone there are two sub-cones or secondary cones observed in lingual view; at the right side, three more are presented, all of them joined by a median carina from which arise several ridges. The ridges of the main cone are

ramified near the belt line which separates the crown from the base. Base very well developed, higher than the crown, projected to the lingual face.

Description: Holotypus MP-M-92

Tooth laterally elongated, with the length two times the width. Low crown formed by one main cone and several sub-cones apically joined by a carina. The main cone is the largest one, has an obtuse point and it is assymetrically placed. From its apex ridges arise for all sides, sometimes in a ramifying way. When observed in a lingual view, there are three minor cones or sub-cones at the right side of the main cone and two at the left side. All of them present ridges. On the lingual view the ridges are very numerous and delicats. From the apex of the main cone arise five long and three short ridges. The first sub-cone placed on the right side of the main cone presents probably three ridges; the second bears one or two and the third has a pronounced one. Considering the left side of the main cone rise two ridges near the extremity of the crown presenting bifurcations just in their bases. On the labial surface the main cone presents five long and strong ridges ramified near the belt line, which separates the crown from the base. The first sub-cone placed on the right side of the main cone presents one little ridge and two others very strong; the second sub-cone presents only one strong ridge. On the left side of the main cone, the first and second sub-cones present two long but slender ridges each one, while the third sub-cone bears only one. The base is broader and taller than the crown. It bears strong furrows and foramens on the lingual and inferior sides. In lateral view it is extended to the lingual side like an expansion and to the labial and laterals sides in a slight way.

Discussion: *Orodus milleri* sp. nov. can be compared with three other species belonging to Carboniferous beds from United States and

Europe. In the crown and base general aspects it resembles *Orodus variabilis* Newberry from the Black Shale of Waverly Group from Sciotoville, Ohio and Vanceburg, Ky. However *Orodus milleri* sp. nov. differs from the other by the ridges on the lingual and labial faces of the crown and by having the base inferiorly expanded and broader than the crown. *Orodus variabilis* has ridges only on the lingual face of the crown and the narrow base is truncated on the inferior border.

Orodus milleri sp. nov. resembles also *Orodus ramosus* Agassiz from Armagh, Ireland and from Kinderhook Group of Rockford, Indiana. Both have the crown with the same rate width-length; the main cone has a sub-median disposition forming the higher apex of the crown and a single carina joins the main cone to the other sub-cones. However *Orodus milleri* sp. nov. differs from *Orodus ramosus* by having the main and sub-cones which form the crown with much more defined form; by having a smaller number of ridges being also more delicate and straighter than those of *Orodus ramosus* and by having the base inferiorly expanded.

The new species is also similar to *Orodus ornatus* Newberry and Worthen, from Keokuk Limestone of Warsaw and Navoo, Illinois. However the two species have the following differences: *Orodus milleri* sp. nov. has the crown medially wide becoming gradually slender to both extremities and it is slightly bent to the lingual face. *Orodus ornatus* has a straight crown which maintain the same width on the median part as in the extremities but in the minor forms the width of the median part is equal to half or quite the half of the total tooth lenght. The base is narrower than the crown and sometimes oblique to the crown.

Genus *Ctenacanthus* Agassiz, 1835

Ctenacanthus sp.

P1. XII, fig. 2; P1. XV, fig. 5-6

Description: Hypotypus MP-M-100

Ichthyodorulite with ridges and furrows in its surface. In lateral view, six broad, straight and very well defined ridges can be observed, which desappear on the third inferior part of the posterior or ventral side of the spine. The

base is very well developed and smooth. In some places, where the base is eroded, straight and slight striae of the internal structure are seen. It is laterally compressed forming an acute angle in the anterior or dorsal side and a concavity in the posterior or

ventral side just in the medular canal place. The denticles or spines rows disposed along the lateral edges of the posterior portion are not observed because this fossil represents only a fragment of the basal part.

The histological section in this specimen does not show the complete internal structure because it was done at the beginning of the ridges. This structure may be observed in the plesiotype MP-M-93, (Pl. XV, fig. 5).

In the plesiotype MP-M-94 the cross section was done in a higher level showing the very well developed medular canal surrounded by the orthodentine. From this canal it is observed thick tubes sometimes ramified crossing the orthodentine and reaching the same zone. The trabecular dentine covers the orthodentine in the apical and laterals parts of the ichthyodorulite and a

fine vitrodentine layer covers the whole spine (Pl. XV, fig. 6).

Discussion: The external characteristics and histological sections correspond to those of *Ctenacanthus* diagnosis. However, the species was not determined because the fossil material was represented only by its basal part and by some fragments. It resembles *Ctenacanthus sulcatus* Agassiz, from the Carboniferous Limestone of Bristol, Great Britain (Davis, 1883; Pl. XLV, fig. 3-3a). Both have straight and broad ridges on the surface and the outline of the transversal sections are similar. But while *Ctenacanthus* sp. presents the grooves as wide as the ridges, *Ctenacanthus sulcatus* has the grooves narrower.

Sub-Classis Acanthodii?

Pl. XII, fig. 3-4

Description: Hypotypus MP-M-98

Ichthyodorulite fragment presenting longitudinal ridges ornamented with round nodules. At the lateral and inferior part of these nodules small pores longitudinally disposed are present (Pl. XII, fig. 3A-B).

Discussion: This ichthyodorulite fragment is very similar to the fragments of Acanthodii found by Gross (1971) from the Baltic Sea. Those fragments belong to toracic and dorsal fins from Beyrichia Limestone of the Devonian of North Germany (Pl. VIII, fig. 22a, 23 and 24; Pl. X, fig. 12). It may be also compared with *Ctenacanthus* which presents nodulose ridged ichthyodorulites, somewhat similar to the rests described here. Because of the expose above, the author put this specimen in the Sub-Classis Acanthodii with some doubt.

Description: Hypotypus MP-M-101

Plate shape fragment having single or sometimes ramified strong ridges. The base is smooth bearing inferiorly some foramens,

probably pores of nutritive canals. Canals disposed in an irregular manner could be seen in a broken side of the specimen.

Discussion: Gross (1971) in his work about Acanthodii rests describes little polygonal plates naming them as "tesserae coronatae" (p.10), which were found associated to *Nostolepis striata* Pander, 1856, from the bone beds of Beyrichia Limestone, Northern Germany. These plates present one to various crowns which could be fused or isolated on a straight base, with the inferior surface presenting various apertures of vase canals (Pl. III, fig. 4-13, 15-19). Pander suggests that these plates could be joined to bigger bones by the presence of these apertures. It would be probably part of the exocranium or dermal elements. The specimen described and figured in this paper presents morphological structures somewhat similar to the Acanthodii plates described by Gross. Because of this, the specimen is referred to the Sub-Classis Acanthodii, despite of some doubt.

1. Ichthyodonts, ichthyodorulites and
paleoecology of Passa Dois Group of
Rio Grande do Sul State

The association of ichthyodonts and ichthyodorulites found at Estrada Nova Formation, in the Rio Grande do Sul State is represented by the genera *Xenacanthus* Beyrich, *Orodus* Agassiz and *Ctenacanthus* Agassiz. In the ichthyodonts association of Irati Formation it was found the genus *Xenacanthus* and three other specimens which probably belong to new genera. Among the genera above, *Xenacanthus* seems to be the more constant and representative of the Permo-Carboniferous elasmobranchi, which inhabited the old Coal Measures and other continental subaqueous environments, which had produced the typical black shales, the red-beds and bone-beds found in Europe and United States.

Among the species of *Xenacanthus* already described to the United States it is registered one species for the Coal Measures beds of Linton, Ohio, associated with many amphibians, two species for Wichita and Clear Fork Formation, Permian of Texas, and one for the Permian of Chickascha Formation, Oklahoma Permian, that represent a deltaic sedimentation with an associative fauna of Paleoniscids fish, amphibians and reptiles.

In England this genus is represented by fourteen species at the Carboniferous and Permian Coal Measures. Some species are also registered for the "Terrain houiller de Commeny" (Allier), France and for the "Schistes houillers de Ruppertsdorf" (Bohême).

Ctenacanthus and *Orodus* are frequently found together in a large number in marine Permian and Carboniferous of United States and Europe. For this reason Newberry (1875) thinks that probably they belong to the same animal. At the United States forty three species from a total of forty five species known are associated to marine faunas in sediments of Waverly Group, Burlington Group, Keokuk Group, St. Louis Group, Chester beds, at Ohio, Pennsylvania, Kentucky, Michigan, etc. Fourteen species are registered for several beds of Mountain Limestone, Carboniferous and Permian of

England at Armaght, Bristol, Yorkshire, Salop, etc; and four others to the marine Carboniferous of the Kusnetz Basin, of USSR. The genus *Orodus* has thirteen species registered in USA and fourteen in England, at the same beds already mentioned for the genus *Ctenacanthus*.

However Newberry (1889) commenting about the fauna of fish found at the Coal Measures in USA, which is typical of fresh water environments, registers some species of Elasmobranchii with large distribution and occurrence, as *Edestus*, *Ctenacanthus*, *Megalichthys* and *Rhizodus* (p. 210). This means the presence of characteristic marine forms in a representative fresh water environment as is indicated by its fauna of amphibians, ganoid fish and of one typical Elasmobranchii as *Xenacanthus*.

In all Passa Dois Group of the Rio Grande do Sul State, associations similar to that registered by Newberry (1889) are found. At the Irati Formation it is registered rests of ganoid fish, *Xenacanthus* and three other types of Elasmobranchiimorphi of an indetermined genera. At the base of the Estrada Nova Formation are found Paleoniscids, Coelacanthides, *Xenacanthus*, *Ctenacanthus* and *Orodus*. At the upper part, at the Armada facies, the last two genera of Elasmobranchiimorphi are absent, appearing remains of an amphibian.

After these considerations it is possible to conclude that:

— The genera *Ctenacanthus* and *Orodus*, which have been found in marine environment, can not be used as typical elements to characterize this type of environment in the Passa Dois Group.

— By the other hand, the presence of an associative fauna of Elasmobranchii in the Irati Formation and in the lower part of the Estrada Nova Formation, Caveira facies, means a strong possibility of a mixohaline environment.

— So, the occurrence of *Xenacanthus*, ichthyodonts and scales of Paleoniscids and Coelacanthides scales at the Irati Formations beds and Caveiras facies (Estrada Nova Formation), associated with a fauna of Elasmobranchii, could represent a

transported charge from a continental environment to the interior of a bay or interior sea.

— Finally the presence of Paleoniscids remains, *Xenacanthus* and, also, an amphibian at the Armada Facies, upper part of Estrada Nova Formation indicates a change of environment, confirming a subaqueous deposition typically continental.

2. Ichthyodonts, Ichthyodorulites and associated fossils in the correlation and datation of Permian beds of Brazil.

Ichthyodonts and ichthyodorulites, and fish scales are registered for Irati and Estrada Nova beds, from Rio Grande do Sul to São Paulo State and probably they can also be found in Goiás and Mato Grosso States and all over the extensions of the Paraná Basin.

At Plate XIII it is represented the ichthyofaunule associations of Estrada Nova Formation of Rio Grande do Sul and São Paulo. It is possible to verify the presence of comuns elements in both associations as fish scales and teeth of the same type, belonging to the Paleoniscids Group. Besides these, the genus *Xenacanthus*, typic of fresh water faunula, is also represented.

Unfortunately, the total tooth was not found, but only its basal part, presenting insufficient elements to make specific comparisons. Mendes (1952) reports the probable occurrence of *Ctenacanthus* spines in Corumbataí Formation.

The genera *Xenacanthus* and *Ctenacanthus* were already referred to Parnaíba Basin.

Santos (1946) describes *Xenacanthus albuquerquei* Santos and *Ctenacanthus maranhensis* Santos found in an outcrop of Pedra do Fogo Formation, 5 Km to the south of Pastos Bons, in the road that links this city to Nova York, in Maranhão State. Santos registers also a great amount of Palaeoniscidae scales, besides some Crossopterigii teeth.

Price (1948) describes from the same Formation an amphibian of the family Archegosauridea — *Prionosuchus plummeri* Price (4 Km to the south of Pastos Bons). This species was associated with fish remains described by Santos (1946).

Price compares the amphibian of Pedra do Fogo with those found in the Permian of Russia: *Platyops rickardi* Twelvetrees (1880) and *P. stuckenbergi* Trautsehold (1884) from Zone I (Rhopalodon) and II (Titanophareous) from Middle Permian (Kazanians) from Occidental Urals and *Platyops watsoni* Efremov (1933) from Zone III (Pelicosauriano) from the Limestones of the Upper Permian from Wjatka River, all of them in association with fish remains.

Plummer et alii (1946) register the occurrence of silicified woods in the upper beds of this Formation — *Psaronius* sp. and ostracodes, fish and amphibian remains in the lower beds, refering a Permian age to this Formation.

Mesner and Wooldridge (1962) suppose a marine origin to the lower part of Pedra do Fogo Formation and a continental origin and remaining see to almost all other beds of this Formation, comparing these beds with Irati, Serra Alta and Terezina of Paraná Basin.

Comparing the vertebrates fauna from Parnaíba Basin with that one of Paraná, amphibians fossils are also found: one in Paraná State and other in Rio Grande do Sul State.

Barberena and Daemon (1974) mention the occurrence of *Platyops* Twelvetrees from the upper part of Serrinha Facies and compare it with those ones found in the amphibian faunistic zones of the Continental Permian of Russia, proposed by Efremov and Vjushkov (1955). There, the genus *Platyops* determines three faunistics complex: *P. rickardi* Twelvetrees distributed from the Lower to the Middle Kazanian; *P. watsoni* in the Upper Kazanian and *P. stuckenbergi* from the Lower to the Upper Kazanian.

This same correlation was already made by Price (1948) when he described *Prionosuchus plummeri* from Parnaíba Basin.

The upper part of Zone II of the zonation referred above is put by many authors in the Lower Tartarian.

Efremov and Vjushkov (1955), in Barberena and Daemon (1974), compare the Russia Continental Permian with Karroo Basin (South Africa) concluding that the Upper Kazanian and Lower Tartarian sediments of Russia correspond to the Lower Beaufort Series of Karroo Basin. This Serie presents also three zones, being the middle one characterized by the reptile *Endothiodon*, which was already referred to the upper part of Rio do Rasto Formation, Paraná State, by Barberena and Daemon (1972).

By the study of the vertebrates fossils Barberena and Daemon (1974) put Rio do Rasto Formation between the end of the Upper Kazanian and the beginning of the Lower Tartarian, establishing a correlation between Karroo and Paraná Basins and, also, with the Russia Continental Permian, which was already done by Pinto (1972) through the insects. The remains of *Platyops* sp. from Serrinha facies, Paraná State, are found associated with scales and ichthyodonts of Paleoniscids.

The occurrence of amphibian fauna in Rio Grande do Sul State is found in the upper part of Estrada Nova Formation, on the Road BR-153, Km 27. This material is been studied in Departamento de Paleontologia e

Estratigrafia da UFRGS.

Xenacanthus santosi Würdig-Maciel, sp. nov. and scales and ichthyodonts of Paleoniscids were found together with those amphibian remains.

With all those data exposed, were made comparative tables among Rio Grande do Sul, Paraná and São Paulo States from the Paraná Basin and Maranhão State from the Parnaíba Basin. These tables are represented on 77 a 80 and present the stratigraphical divisions, lithology and the vertebrates fossil

content from Passa Dois Group and Pedra do Fogo Formation.

It is concluded that Passa Dois Group in Rio Grande do Sul State is dated as Ufimskian to Upper Kazanian. The upper part of Estrada Nova Formation could reach the Lower Tartarian.

This conclusion was based on the correlations of insects, crustaceous, conchostraceous, amphibians, reptiles and some plants remains and palinomorphae with those of Karroo and Kuznetzk Basin.

SINOPSE

Este trabalho tenta iniciar de maneira sistemática a utilização dos ichtiodontes, ichtiodorulitos e escamas na estratigrafia, como indicadores bioestratigráficos, mostrando-os como fósseis igualmente úteis na correlação e datação das camadas e na definição de ambientes. É por isso analisada a tafoichtiofáunula da Formação Estrada Nova, e, para fins de comparação, a da Formação Irati, no Estado do Rio Grande do Sul.

São considerados nesta análise, no momento, apenas os ichtiodontes e ichtiodorulitos ocorrentes nestas formações, sendo feito um estudo taxinômico natural com descrição de três espécies novas de Elasmobrânquios e utilizada, também, uma classificação baseada em padrões ou tipos morfológicos de dentes, no grupo dos Paleoniscídeos, que oferecem algumas restrições para a sistemática natural.

As espécies descritas para a Formação Estrada Nova são *Xenacanthus santosi* Würdig-Maciel, sp.nov. e *Orodus milleri* Würdig-Maciel, sp.nov. e para a Formação Irati *Xenacanthus pricei* Würdig-Maciel, sp.nov.

São determinadas duas associações características e distintas para cada uma dessas formações.

As associações de ichtiofáunula encontradas indicam um ambiente sub-aquoso com baixo índice de salinidade no início de deposição do Grupo Passa Dois, para se tornar ao final francamente continental, com águas doces.

A idade dos terrenos é inferida a partir da flora e fauna já descritas anteriormente, do Ufimskiano ao Kazaniano para as Formações Irati e Estrada Nova, e, possivelmente, Tartariano Inferior para a parte superior dessa última, assim como para a Formação Rio do Rasto, que foi depositada somente na parte central da Bacia do Paraná.

PARTE I

A – INTRODUÇÃO

1. Objetivos

O presente trabalho tem como primeiro objetivo iniciar de forma sistemática a aplicação de dentes, ichtiodorulitos e escamas de peixes na estratigrafia. Criam-se para isso novas técnicas de descrição morfológica e sistematização, que, possivelmente, permitirão uma mais adequada e eficiente aplicação desses elementos, proporcionando melhores e mais completos resultados estratigráficos.

Por outro lado, inicia-se sua aplicação no estudo do Grupo Passa Dois. Com essa finalidade é realizada a descrição dos ichtiodontes e ichtiodorulitos da Formação Estrada Nova e, em parte, da Formação Irati, usando-se não só uma sistemática natural como outra, por definição de tipos morfológicos, que resultará, no futuro, em uma parataxa. A sistemática natural, além de permitir uma mais rápida aproximação da idade dos sedimentos, fornece, também, elementos para estudos paleoecológicos e paleogeográficos. A segunda, que utiliza a definição de tipos morfológicos, servirá especialmente à estratigrafia, acreditando-se que seu estudo favorecerá a correlação de estratos dentro da Bacia do Paraná e mesmo em outras áreas do Brasil ou do Exterior.

2. Primeiros trabalhos

A aplicação de restos de peixe na estratigrafia como indicadores bioestratigráficos surgiu entre nós como primeira idéia há mais de quinze anos atrás com o Professor Irajá Damiani Pinto, do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Chegou ele a iniciar com a Profa. Lília de Ornellas, do mesmo Departamento, um trabalho de preparação e selecionamento de dentes e escamas provenientes de sedimentos paleozóicos dos Estados do Rio Grande do Sul e São Paulo, que, entretanto, ficou inter-

rompido pela prioridade e interesse de outras áreas de micropaleontologia, em desenvolvimento no setor.

Em 1971, Marlene Barcellos, sob orientação do referido professor, inicia, com parte desse material, sua Dissertação de Mestrado. Nesta Dissertação, sob o título "Escamas e dentes de peixes da Fácies Budó, Sub-Grupo Itararé, R.G.S.", apresentada em 1973, a autora realiza um estudo inicial de morfologia de escama e registra a tafoichtiofauna daquela fácies. Durante a realização deste trabalho, teve o Departamento a preciosa colaboração do paleoichtiólogo brasileiro Dr. Rubens da Silva Santos, o qual não só se entusiasmou pelo assunto, como vem estimulando o estudo dos mesmos.

Nos últimos tempos este tipo de estudo vem sendo aplicado com sucesso na estratigrafia, como o comprovam os trabalhos de Glikman (1964), da Academia de Ciências da USSR, que através da utilização de dentes de tubarões definiu doze zonas do Paleogeno da Rússia e Pledge (1967), que também realizou um trabalho do mesmo cunho, utilizando dentes de Elasmobrânquios coletados em formações terciárias da Austrália do Sul, conseguindo marcar duas idades, do Eoceno Médio ao Superior e do Mioceno Inferior ao Médio, sem entretanto definir zonas.

3. Agradecimentos

Meus agradecimentos à CAPES, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da Bolsa de Mestrado. À FAPERGS, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul, pela concessão dos auxílios que colaboraram na execução deste plano de pesquisa e em sua publicação (Processo 187/75).

Aos professores Llewellyn Ivor Price e Josué Camargo Mendes, Eurico Rômulo Machado e Othon Sá Castanho pelo material e

bibliografia que puseram à disposição.

Meu agradecimento especial às Professoras Lília Pinto de Ornellas e Ivone Purper pelo auxílio, incentivo e amizade. Ao Professor Jorge Alberto Villwock pelo auxílio com as fotografias em luz polarizada e ao Professor Rubens da Silva Santos pela colaboração prestada no início do presente trabalho. Ao professor Irajá Damiani Pinto pela sugestão e orientação do presente estudo. Meu muito obrigada, principalmente, pelo seu apoio, estímulo e amizade, que foi constante.

Meus agradecimentos à Srta. Magda Bergmann, pela colaboração prestada nos trabalhos de campo; à bibliotecária Heloísa Muccillo Saraiva pela revisão da bibliografia e às Senhoras Luíze Körner e Elly Machado pela tradução de trabalhos russos e alemães, indispensáveis à realização deste estudo. Agradeço, ainda, a todos que de alguma forma contribuíram e me auxiliaram a vencer esta tão importante etapa inicial.

4. Estratigrafia do Grupo Passa Dois no Estado do Rio Grande do Sul.

O Grupo Passa Dois aflora no Rio Grande do Sul numa faixa de sedimentos em forma de arco, com a concavidade voltada para sudeste, confinado entre as elevações formadas pelas rochas do embasamento cristalino e pela encosta do Planalto Basáltico. Geograficamente, segundo Ab'Saber (1960) estes sedimentos afloram na Depressão Periférica do Estado.

No Rio Grande do Sul está formado por duas unidades lito-estratigráficas: as Formações Irati e Estrada Nova. Seu contato inferior é gradacional com o Grupo Tubarão e o superior, com a Formação Rosário do Sul, é discordante.

O Grupo Passa Dois no Rio Grande do Sul até algum tempo era pouco conhecido. White, I.C. (1908), que propôs este grupo como Série Passa Dois, foi o primeiro a registrar no Rio Grande do Sul a presença dos folhelhos pretos do Irati, em vários locais nas áreas de Cachoeira, São Sepé, São Gabriel, e em amostras de sub-superfície retiradas de um furo de sondagem realizado em Xarqueadas, onde encontrou um dente de réptil muito semelhante ao de *Mesosaurus*. Assinalou também a poucos quilômetros de São Sepé, afloramentos dos folhelhos Estrada Nova com leitos calcíferos incluindo fragmentos de crustáceos e algumas conchas, confundindo provavelmente estes sedimentos com os da Formação Irati, onde é característica a ocorrência de crustáceos.

Gordon Jr. (1947), em seu trabalho sobre as formações gondwânicas do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, utiliza a mesma classificação para as camadas do

Passa Dois nos três Estados, mantendo as denominações Serra Alta, Teresina, Serrinha e Morro Pelado. Entretanto, não define ou caracteriza nenhuma área como tal no Rio Grande do Sul.

Beurlen, Sena Sobrinho e Martins (1955) assinalam afloramentos da Formação Irati a oeste e sul de Bagé, na região de Dom Pedrito e São Jerônimo, caracterizada por seus fósseis típicos, *Mesosaurus brasiliensis* Mac Gregor e *Pygaspis* sp. Aos sedimentos de posição superior aos folhelhos Irati denominaram de camadas Serra Alta, registrando-os nas áreas de São Jerônimo, Bagé e Dom Pedrito. Entretanto, os autores comentam que estes sedimentos diferem dos de Serra Alta que afloram em Santa Catarina e Paraná, pela presença nos mesmos de leitos calcários com restos vegetais como *Glossopteris* sp. e *Lycopodiopsis derbyi* (Renault), pela maior predominância de siltitos e estratificação irregular, enquanto que aquelas seriam mais argilosas e com estratificação regular.

Machado e Castanho (1957) realizam um trabalho de pesquisa sobre carvão mineral nas áreas de Mina do Leão, São Jerônimo e Cachoeira do Sul, com isso deixando contribuições bastante valiosas à estratigrafia do Gondwana do Rio Grande do Sul, inclusive ao Grupo Passa Dois. Com a descrição de testemunhos de sondagem de Minas do Leão, caracterizam a litologia, estruturas e tipos de relações estratigráficas encontrados nos sedimentos do Grupo Passa Dois. É importante assinalar aqui o seguinte comentário dos autores: "a fácies do Irati na área afasta-se sobremaneira daquela que lhe é típica e cada unidade passa à outra através de gradativa e sutil transição dificultando a fixação de horizontes limitantes".

De maneira geral descrevem (p. 16 e 17) a Formação Irati como uma seqüência de "folhelhos silticos cinza plúmbeos para escuros, micáceos, delgadamente listados em cinza claro, graduando acima a siltito para arenito fino, micáceo, bandeado em cinza claro e escuro por calcificação diferencial (aspecto varvítico), com veios e nódulos de carbonato de cálcio, superiormente associando-se com siltito cinza claro ou arenito fino cinza esverdeado com milimétrica estratificação cruzada, pequenos nódulos de pirita e fina matéria orgânica disseminada. Um pouco acima ocorre às vezes uma brecha fossilífera esverdeada contendo peças de Mesosaurideo".

Os autores caracterizam a Formação Estrada Nova (p. 17) como uma seqüência onde predominam os "folhelhos lisos cinza claros, silticos, entre os quais ocorrem espaçadamente delgados horizontes lenticulares de calcários impuros cinzas ou cremes e se intercalam, no topo folhelhos esverdeados ou roxos e grandes nódulos calcários arroxeados seguidamente apresentando milimétrica estratifica-

ção cruzada".

Em post scriptum (p. 39), Machado e Castanho (1957) acrescentam importante adendo para a caracterização da Formação Irati no Rio Grande do Sul. Verificaram na sondagem PN-18-RP a presença do Irati em sua fácies típica: predominância na metade basal da perfuração de folhelhos pretos, com teor betuminoso.

Amaral (1971), estudando afloramentos da Formação Irati no Rio Grande do Sul, chega à conclusão que esta Formação apresenta-se geralmente atípica, dizendo mesmo não ter nenhuma semelhança com o Irati estudado nos demais Estados. Comenta, ainda, que na região de São Sepé—Formigueiro suas rochas apresentam fratura conchoidal característica dos pelitos Serra Alta, com coloração cinzenta escura, micáceas e sem o menor vestígio de pirobetume. Padula (1968) considera estes sedimentos, constituídos de folhelho cinza-escuros, maciços, com fratura concóide, com intercalações de lentes de calcário amarelo-palha e, muitas vezes, recortados por abundantes veios silicosos, como Formação Serra Alta, colocando aí o limite da Formação Irati.

Figueiredo Filho (1972) apresenta um estudo sobre a faciologia do Grupo Passa Dois no Estado do Rio Grande do Sul. Uma vez que a tafoichtiofauna aqui estudada pertence às unidades e locais estudados pelo referido autor, se fará um breve resumo dos resultados de seu trabalho, acrescentando alguns novos dados sobre conteúdo fossilífero.

Segundo Figueiredo Filho (1972) o contato das Formações Irati (Grupo Passa Dois) e Palermo (Grupo Tubarão) é gradacional, e considerado desta forma, arbitrário.

Por este motivo, tomou como critério para marcar o limite entre as Formações Palermo e Irati o aparecimento, cada vez mais freqüente na sequência, de lentes calcárias de cor amarelo-palha, de uma laminação dos sedimentos em leitos escuros e claros e o correspondente escasseamento de estruturas de escorregamento, perturbando a estratificação, que é uma ocorrência característica na Formação sotoposta. A espessura destas lentes calcárias é ao redor de 20 a 30 cm e o diâmetro vai desde 30 cm até 1m. O estudo de lâminas delgadas mostrou que estas concreções são o resultado de uma calcificação do próprio sedimento.

A passagem das Formações Palermo e Irati é típica e uniforme ao longo de todo o Estado, porém o desenvolvimento vertical das rochas da Formação Irati no Rio Grande do Sul varia de fácies de acordo com a região.

Para a marcação do contato entre as Formações Irati e Estrada Nova, Figueiredo Filho escolheu o nível constituído pelo aparecimento das cores vermelhas entremeadas com as cores cinza claras, que ocorria junta-

mente com o desaparecimento das lentes calcárias de cor amarelo-palha, e que, de certa forma, é quase constante em todo o Estado, ocorrência esta já referida por Machado e Castanho (1957).

Outra ocorrência que serve de guia estratigráfico, verificada pelo autor, é a presença de veios de sílica na metade superior da Formação Irati. Estes ocorrem das primeiras cores vermelhas da Formação Estrada Nova para baixo, na área aflorante a oeste do Arroio Iruí. Do Arroio Iruí para estes veios silicosos não se desenvolvem; entretanto, é característica nessa mesma altura estratigráfica, a ocorrência de lentes calcárias com estrutura cone em cone. Estes são os limites superior e inferior tomados para o estabelecimento da unidade estratigráfica Formação Irati.

Com a análise de vários perfis geológicos realizados nas áreas de Biboca, Caveiras e Tiaraju, situados respectivamente nos Municípios de Pinheiro Machado, Dom Pedrito e São Gabriel, Padula (1968) e Figueiredo Filho (1972), verificaram a presença, na Formação Irati, de dois pacotes de folhelhos pirobetuminosos separados por uma camada de folhelhos cinza, de fratura concóide, com lentes de calcário. Estes folhelhos pirobetuminosos também estão associados a lentes de calcário que muitas vezes contêm costelas, vértebras ou outros restos de *Mesosaurus*. Rösler (1970) já havia registrado na área de Biboca restos de *Mesosaurus brasiliensis* Mac Gregor. Pinto (1972a) e Dellazana (1973) descreveram para uma lente de calcário à margem direita do Rio Santa Maria, na localidade de Passo de São Borja, respectivamente, impressões de insetos e pólenes e esporos. É, também comum nas áreas de Biboca, Dom Pedrito e São Borja, essas lentes serem constituídas quase que exclusivamente de fragmentos de carapaça de crustáceos, formando leitos da ordem de 0,5cm.

Destes locais e de São Gabriel, Pinto (1971) descreveu impressões de crustáceos pigocefalomorfos, que foram encontrados em folhelhos pretos. Estas lentes apresentam freqüentemente estratificação nítida e um desenvolvimento lateral maior que as lentes não associadas a folhelhos pretos, alcançando normalmente mais de 10m de diâmetro, podendo se destacar na topografia através de feições mesetiformes.

Segundo Figueiredo Filho (1972) nas áreas onde não ocorrem os folhelhos pretos pirobetuminosos, entre os dois limites antes mencionados, ou seja, entre as primeiras lentes de calcário e as primeiras cores vermelhas, ocorre uma sequência de folhelhos e siltitos cinza-chumbo, com estratificação fina, às vezes milimetricamente cruzada. Ao longo de toda sequência ocorrem lentes calcárias de

coloração caracteristicamente amarelo-palha pelo intemperismo e níveis calcíferos brechóides onde foram encontrados restos fossilizados de *Mesosauros*, além de escamas e ichtiodorulitos de Paleoniscídeos e Elasmobrânquios. Esta sequência, nas bordas, tem cerca de 30 m de espessura e, mais ao centro da Bacia, ao sul do Rio Jacuí, atinge ao redor de 60m

Em alguns níveis silticos, em áreas sem folhelhos pirobetuminosos, ocorrem impressões de folhas *Glossopteris* e impressões de crustáceos pigocefalomorfos, além de asas de insetos, registradas por Pinto (1955).

Foram descritas, também, espécies novas de troncos vegetais na sequência, por Hessel (1973 — inédito), Schrage (1973 — inédito), Guerra (1974—1974a — inédito) e Leistikov (inédito).

Pelo estudo realizado, Figueiredo Filho conclui que a ocorrência de folhelhos pretos pirobetuminosos constitui-se numa fácies que grada horizontal e verticalmente para uma outra não betuminosa, com o mesmo conteúdo fossilífero, indicando não só um sincronismo, pelo menos da parte basal, como também uma continuidade no meio ambiente, que possibilitou a livre circulação de animais nos dois ambientes.

A presença e possibilidade de distinção de duas fácies características no Irati, levou-o a propor informalmente;

1) Fácies Tiaraju — “ao conjunto de folhelhos pretos pirobetuminosos e calcários associados, bem como para os folhelhos cinza e siltitos intercalados e subjacentes, descritos no perfil São Gabriel para o norte, servindo como área tipo a faixa a 1,5km a sudeste da Estação ferroviária de Tiaraju”...

2) Fácies Valente — “à sequência de folhelhos siltico e siltito cinza-chumbo, com estratificação fina e, ocasionalmente, com estruturas de escorregamento, com fratura concóide, com lentes calcárias amarelo-palha que, em sua parte média a superior, na área oeste do Estado, apresenta-se cortada por veios oblíquos à estratificação, da ordem de 2 a 15cm de espessura, preenchidos por sílica. A área tipo está situada 5 km ao norte de Passo do Valente, na estrada Bagé-Aceguá, a 12 km ao sul da cidade de Bagé”.

Com relação à Formação Estrada Nova, Figueiredo Filho (1972) estabelece seu início no aparecimento das cores vermelho-vinho e vermelho-tijolo, intercaladas com as cores acinzentadas ou cinza azuladas que ocorrem no Irati. Juntamente com a mudança de cores há uma mudança na característica das lentes

calcárias. Logo acima do contato, as lentes calcárias tem uma forma ovóide e apresentam cor cinza-claro, com tons avermelhados disseminados. O tamanho varia, sendo o mais comum em torno de 20cm de diâmetro, podendo entretanto em algumas áreas, como em Pantano Grande e Mina do Leão, alcançarem 1m de diâmetro.

O contato superior desses lamitos ou arenitos finos vermelhos se faz com um arenito médio, com estratificação cruzada acanalada ou planar, com conglomerados infraformacionais dentro de canais, com feições típicas de depósitos de canais de rios que, horizontal ou verticalmente gradam para arenitos finos com estratificação ondulada, ou para lamitos. Este tipo de contato foi considerado como discordante. Esta sequência corresponde à Formação Rosário do Sul, proposta por Gamermann (1970).

No estudo da Formação Estrada Nova Figueiredo Filho fez vários perfis de seções em Bagé-Aceguá, Caveiras-Ibicuí da Armada e Tiaraju para o norte, verificando que eram extremamente semelhantes. Definiu a sequência dos sedimentos como constituída “por siltito rosa para arroxeado, seguido de folhelho cinza azulado, fissil, que grada para cima para cores rosadas; logo acima, folhelho laminado alternando cores cinzas esverdeadas e cor rosa; e no topo folhelhos cinza-vermelhos. Em todo conjunto ocorrem lentes calcárias de tamanho da ordem de 50cm de diâmetro maior e 15cm de espessura, que são calcificações do próprio sedimento. Comumente estas concreções possuem restos de organismos, sendo freqüentes a ocorrência de escamas ganóides”. O conjunto todo tem uma espessura em torno de 60m, nas diversas seções feitas.

Segundo o autor, subindo na coluna estratigráfica ficam mais abundantes os corpos arenosos. A estratificação permanece grosseiramente plano-paralela, todavia a passagem dos sedimentos finos para mais grosseiros é gradacional, formando, então, lentes mal definidas de material mais grosseiro que ressaltam no afloramento. Na parte superior ocorrem concreções calcárias em leitos grandes, que devem ter se formado no momento de deposição e que interpenetraram os sedimentos de baixo.

Através dos estudos feitos verificou que há uma variação lateral e vertical de fácies entre os limites assinalados, demonstrável não só pela continuidade dos tipos de concreções calcárias, indiferentemente das fácies litológicas, mas também pela recorrência de fácies entre esses dois limites, especialmente visíveis nas áreas de São Sepé e São Gabriel. Mostrou que também o aparecimento das lentes arenosas na parte superior dessa sequência não se dá através de um nível definido e constante em todo o Estado, mas é recorrente e variam em número e possança

das camadas, de acordo com a situação geográfica, podendo, inclusive, estar ausentes. Uma vez sendo possível se determinar em campo duas fácies com características litológicas diferentes, Figueiredo Filho (1972) propõe duas fácies:

1) Fácies Caveiras — "...a fácies inferior, caracterizada pela abundância de pelitos, onde as cores cinza e vermelhas se alternam. Contém abundantes concreções calcárias elipsoidais que são calcificações da própria rocha, que afloram caracteristicamente no Cerro da Caveiras e na região adjacente, no município de Dom Pedrito, propondo-se, então, aquela área como área-tipo dessa fácies".

2) Fácies Armada — "...à fácies superior dessa Formação no Rio Grande do Sul, caracterizada pelas intercalações arenosas nos lamitos vermelhos, que tendem a ser mais abundantes para o topo. Esses corpos arenosos são lenticulares, com espessuras raramente superiores a 60cm, que gradam, superior e inferiormente, para siltitos; possuem, às vezes, incorporadas, pequenas raspas de argilas, indicando um retrabalhamento pelas correntes mais fortes. A estratificação é geralmente plano-paralela. Frequentemente, têm leitos calcários em níveis contínuos por algumas dezenas de metros. Ocasionalmente, desenvolvem-se corpos lenticulares de arenitos com estratificação cruzada de pequeno porte. Na parte superior, ocorrem, caracteristicamente, grandes concreções calcíferas de forma elipsoidal, achatadas, com diâmetros da ordem de 2m, frequentemente cortadas por veios preenchidos por calcita e sílica, em algumas áreas apresentando septárias.

A área tipo é a seção da estrada BR-293, Dom Pedrito-Santana do Livramento, a leste do rio Ibicuí da Armada, de onde tomou o nome".

A Formação Estrada Nova é caracterizada pela presença de restos de Paleoniscídeos e de Elasmobrânquios em todos os seus níveis fossilíferos. *Lycopodiopsis* e *Glossopteris*, foram registrados por Martins e Sena Sobrinho (1951) em grandes lentes calcárias tabulares do afloramento Cerro Chato, que Figueiredo Filho, estratigraficamente, interpreta como fácies Caveiras.

Também para este afloramento, Krausel (1961), in Sommer et Trindade (1966), descreve *Lycopodiophloios dolianitii* Krausel.

Figueiredo Filho (1972) chama ainda atenção para o fato de que as subdivisões estratigráficas apresentadas em seu trabalho, para o Grupo Passa Dois, somente devem ser utilizadas na área estudada no Rio Grande do Sul, embora muitos autores já tenham tentado correlacionar unidades estratigráficas do centro da Bacia com as existentes neste Estado, utilizando os mesmos nomes lá adotados para definir unidades estratigráficas em posições diferentes na sequência.

5. Litologia e posição estratigráfica dos afloramentos e testemunhos de sondagens utilizados.

O material fóssil em estudo provém de afloramentos e amostras de sondagem correspondentes à Formação Estrada Nova e Irati, no item subsequente localizadas geograficamente. Estes podem ser caracterizados lito e estratigraficamente como segue:

a) Afloramento BR—293, Km258. Fig.1; Fotos 1e2.

Litologicamente compreende uma camada formada por folhelhos silticos de cor acinzentada, com estratificação plano-paralela, alternando níveis silticos de cor cinza com níveis mais arenosos de cor avermelhada. Os restos fósseis de ichtiofauna aparecem nos níveis silticos e arenosos, mas estão melhor preservados nos primeiros. Os fósseis encontram-se associados a pequenos seixos ou concreções calcárias, envolvidos, às vezes, por uma fina camada de argila. No mesmo local, foi encontrado, anteriormente, em excursão realizada pelo Curso de Pós-Graduação em Geociências, em dezembro de 1970, um bloco de conglomerado formado por seixos medindo em torno de 5 a 10cm, envolvidos numa matriz siltica. Estes seixos são calcíferos e lembram fragmentos ósseos rolados de típicos "bone beds". Entre eles aparece grande quantidade de escamas, dentes e ichtiodorulitos. Entretanto, neste ano, em uma excursão ao local, já asfaltada a rodovia e recapados os afloramentos com gramíneas, não foi possível reencontrar o nível de onde foram coletados os conglomerados.

O afloramento corresponde à parte mais inferior da Formação Estrada Nova e está situado próximo ao contato com a Formação Irati, (Ver perfil Caveiras-Ibicuí da Armada, fig. 2), estando localizado na área do afloramento tipo da fácies Caveiras, proposta por Figueiredo Filho (1972).

A NW deste afloramento, seguindo a rodovia que se dirige para Rosário do Sul (foto 3), pode-se observar sedimentos da parte média e superior da Formação Estrada Nova. A 500m, nesta rodovia, a Formação assume seu aspecto típico, com folhelhos rosas alternando com tons mais fortes ou cinza esverdeados. A estratificação é plano paralela e aparecem concreções calcárias elipsoidais de cor creme e manchas rosa claro (fotos 4-5). Aproximadamente a 1500m destes afloramentos, observa-se a parte superior da Formação Estrada Nova representada por corpos arenosos espessos e vermelhos, com uma granulometria variando de fina e média e uma estratificação plano-paralela bem visível (foto 6). Pode-se verificar com frequência a presença de estruturas primárias, como microestratificação cru-

zada (foto 9) e "ripple marks" (fotos 7 e 10). Na foto 8, constata-se ainda rastros de vermes. Neste local foram encontrados escamas de Paleoniscídeos e fragmentos silicificados de madeira, além dos referidos rastros de vermes.

b) Afloramento Bagé-Aceguá, km 27. Fig. 1; Fotos 11 e 12.

Siltitos de cor rosa com níveis de cor creme e estratificação plano-paralela, apresentando uma lente de arenito fino a médio, de cor rosa forte a arroxeada. Os ichtiofósseis foram encontrados nesta lente ocorrendo com restos de um anfíbio, que se encontra em estudo no Departamento de Paleontologia e Estratigrafia da UFRGS. Estes sedimentos correspondem à parte média e superior da Formação Estrada Nova e, pelas características apresentadas, correspondem à fácies Armada, segundo Figueiredo Filho (1972). Ver Perfil Bagé-Aceguá, fig. 3.

c) Sondagem 180 (Leão), DACM. fig. 1

Os restos de peixes foram encontrados em amostras colhidas a 34,90m de profundidade, que correspondem a folhelhos silticos cinza escuros, situados logo acima de uma brecha esverdeada com restos de Mesosaurídeo, caracterizando desta forma sedimentos da Formação Irati. Ver perfil de sondagem 180 (Leão), fig. 4.

d) Sondagem 179 (Leão), DACM. Fig. 1

Os dentes e escamas de Paleoniscídeos são provenientes de testemunhos de sondagem de 9,0 e 24,5m de profundidade, de folhelhos cinza plúmbeos, micáceos, com lamelas de areia fina e seixos de quartzo no topo. A 24,5m compreende uma brecha fossilífera. Nestas duas profundidades os sedimentos correspondem à Formação Irati. Ver perfil de sondagem 179 (Leão), fig. 4.

e) Sondagem PN—17—SJ (Leão), DACM Fig. 1

Os restos de ichtiofósseis foram encontrados em testemunho de sondagem, coletado a 133m de profundidade, em sedimentos da Formação Irati, representados por siltitos ou folhelhos silticos cinza plúmbeos, micáceos, e piritosos, com níveis calcificados e um pouco arenoso. Ver perfil de sondagem PN—17—SJ. (Leão), fig. 4.

6. Posição geográfica dos afloramentos e sondagens.

A tafoichtiofauna em estudo é prove-

niente do Estado do Rio Grande do Sul, de dois afloramentos da Formação Estrada Nova e de amostras de sondagens realizadas pelo DACM, Departamento Autônomo de Carvão Mineral do Rio Grande do Sul, correspondentes à Formação Irati; e de um afloramento da Formação Estrada Nova, em Piracicaba, Estado de São Paulo, com vistas à comparação de material.

O conteúdo fóssil dos testemunhos de sondagens do DACM já foi assinalado e comentado por Irajá Damiani Pinto em 1957, em nota publicada no trabalho "Pesquisa de carvão mineral na faixa sedimentar do Rio Grande do Sul", realizado por Machado e Castanho (1957).

A posição geográfica dos afloramentos e sondagens acima referidos é a seguinte:

a) Afloramento BR—293, km 258. Fotos 1, 2 e 3; Fig. 1 e 5

Situa-se na localidade de Caveiras, Município de Dom Pedrito, junto ao entroncamento da rodovia BR—293 com a estrada que segue para a cidade de Rosário do Sul (foto 3) e, mais precisamente, nas coordenadas 54°49'11" W e 30°54'13" N.

b) Afloramento Bagé-Aceguá, km 27. Fotos 11 e 12; Fig 1 e 6

Situa-se no Município de Bagé, ao lado esquerdo da rodovia BR—153, pouco antes do Arroio do Salvo (foto 11). O afloramento situa-se nas coordenadas 54°08'32" W e 31°36'10" N.

c) Sondagem 180 (Leão), DACM, Fig. 7

Localiza-se no povoado de Minas do Leão, do lado esquerdo do Arroio Taquara, no Município de Butiá. Os fósseis foram encontrados em testemunhos proveniente de 34,90m de profundidade. A perfuração encontra-se nas coordenadas 52°02'58" W e 30°07'50" N. Ver perfil de sondagem 180 (Leão), fig. 4.

d) Sondagem 179 (Leão), DACM. Fig. 7

Localiza-se junto ao povoado de Minas do Leão, do lado direito do Arroio Taquara, a 300m de uma pequena ponte sobre este Arroio num antigo ramal de ferrovia que segue para a localidade de Conde. O furo de sondagem encontra-se nas coordenadas de 52°02'32" W e 30°07'13" N. Ver perfil de sondagem 179 (Leão), fig. 4.

e) Sondagem PN—17—SJ (Leão), DACM. Fig. 7

Situa-se próximo ao povoado de Minas do Leão, Município de Butiá, à margem esquerda de um arroio denominado Sanga

Funda, junto a uma pequena ponte. Os fósseis foram encontrados a 133m de profundidade. A sondagem foi feita nas coordenadas 52° 08'

04" W e 30°01'59" N. Ver perfil de sondagem PN—17—SJ (Leão), fig. 4.

B – MÉTODO DE TRABALHO

Dentes, escamas e ichtiodorulitos, e outras pequenas partes de peixes são encontradas, em grande quantidade, nos sedimentos em estudo. Para seu conhecimento e classificação, quer seja taxonômico ou apenas morfológico, foi necessário seguir o seguinte processo:

1. Separação do material

Os dentes e escamas são separados da rocha com o auxílio de agulhas histológicas, sendo conveniente, muitas vezes, umedecê-las com um pincel para facilitar o deslocamento da peça. No caso de rocha mais dura, ou material de maior tamanho, como ichtiodorulitos, utiliza-se punções ou broca elétrica. Este último aparelho é bastante útil na separação de peças mais delicadas, frágeis ou de estrutura morfológica mais complexa, como os dentes tricúspides de *Xenacanthus*.

2. Seleção de material

Isolados da rocha, dentes, escamas e ichtiodorulitos são selecionados por tipos e separados em lâminas micropaleontológicas.

Como o presente estudo compreende apenas dentes e ichtiodorulitos, as escamas foram reunidas em lâminas associativas. Os dentes de Elasmobrânquios, bastante característicos, foram imediatamente selecionados por gêneros e colocados em lâminas. Os dentes de Paleoniscídeos, devido à dificuldade de uma separação de ordem taxonômica, foram agrupados segundo determinadas características morfológicas externas comuns.

3. Seção do material

O material foi fotografado usando-se as técnicas adiante descritas, antes da realização dos cortes para estudos histológicos, com o fim de documentar sua estrutura geral.

Foram feitas seções longitudinais e transversais dos dentes de Elasmobrânquios e

Paleoniscídeos, tanto das cúspides como da região basal, quando presente, com a finalidade de uma caracterização mais precisa das espécies descritas ou uma melhor definição dos tipos morfológicos. Nos ichtiodorulitos são feitos apenas cortes transversais, em vários pontos de sua extensão, quando possível.

Para a realização de um corte histológico, procede-se da seguinte maneira:

- a) Limpa-se a peça a ser desgastada.
- b) Aquece-se na chama de uma lamparina o bastão de termoplástico, pingando-se uma gota do mesmo na lâmina.
- c) Inclui-se e orienta-se a peça na gota de termoplástico e, uma vez que este endurece muito rapidamente, leva-se a lâmina à chama da lamparina, quantas vezes forem necessárias, para poder orientar a peça na posição desejada.
- d) Se o material a ser desgastado não estiver totalmente coberto, deixa-se cair outra gota de termoplástico em cima e espera-se que esfrie.
- e) Desgasta-se a peça manualmente sobre pedra de carbureto silício de grão fino (500 a 600 mesh), na qual é colocado abrasivo em pó (nº 600 a 1000) e água, tendo-se o cuidado de observar o progresso da abrasão na lupa, para que não ultrapasse a altura desejada.
- f) Sendo necessário o desgaste nos dois lados da peça, desloca-se a mesma da lâmina com a pressão forte e seca de uma espátula ou simplesmente aquecendo-a novamente na lamparina. Uma vez o termoplástico fluído, vira-se a peça em lado contrário na lupa para desgaste da outra face.
- g) Segue-se as mesmas instruções dadas no item "e". Lava-se a lâmina em água corrente, que está pronta para observação e estudo ao microscópio com luz transmitida.

4. Técnicas de ilustração

As fotografias de vista externa foram retiradas com câmara fotográfica Leitz, adaptada em fole e objetiva de 5 x, com diafragma,

ou aparelho Reprovit II da Leitz. Com a finalidade de salientar a forma de detalhes de ornamentação, os espécimens são recobertos com cloreto de amônia, que forma uma fina película branca em sua superfície.

As fotografias dos cortes foram tiradas com um Photomicroscópio Zeiss, em luz polarizada, acrescentando-se o uso de uma lâmina de quartzo, que confere um retardo de 560 $m\mu$. Através dessa técnica, tornam-se evidentes, pelas cores, as mudanças da consti-

tuição histológica dos ichtiodontes e ichtiodorulitos.

5. Repositório

O material estudado encontra-se depositado no Museu de Paleontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (MP—UFRGS), setor de Micropaleontologia, Miscelânea (MP—M).

C – PESQUISAS PALEONTOLÓGICAS REALIZADAS NO GRUPO PASSA DOIS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Este item compreende um histórico dos trabalhos de pesquisa que contribuíram para o estudo da paleontologia do Grupo Passa Dois no Estado do Rio Grande do Sul.

White, D. (1908), em seu trabalho sobre a flora fóssil das "Coal Measures" do Brasil, descreve para o Grupo Passa Dois duas espécies novas vegetais, *Sigillaria muralis* White, encontrada em São Sepé, em camadas vermelhas, alteradas, 100 a 200m acima do carvão São Jerônimo, e *Dadoxylon nummularium* White, coletada na estrada entre a casa do Sr. Brun e São Rafael, na localidade de São Rafael, em folhelhos vermelhos, 100 a 200 m acima das camadas de carvão.

White, I.C. (1908) apresenta, em seu relatório sobre as "Coal Measures" e rochas associadas do Sul do Brasil, os seguintes registros paleontológicos:

— a) Fragmentos de escamas, provavelmente de um réptil, segundo o autor, e um dente semelhante ao de *Mesosaurus brasiliensis* Mac Gregor em Charqueadas, nos folhelhos pretos do Irati.

— b) Fragmentos de crustáceos e algumas conchas fósseis em leitos calcários dos folhelhos Irati, a poucos quilômetros de São Sepé.

— c) *Sigillaria muralis* White e *Dadoxylon nummularium* White na Formação Estrada Nova, próximo a São Sepé e São Gabriel.

Martins e Sena Sobrinho (1951) mencionam a ocorrência de abundantes restos vegetais em camadas de um afloramento de calcário da Formação Estrada Nova, no Município de Dom Pedrito, 26km a NW desta cidade. O afloramento é conhecido pelo nome de Cerro Chato e, na sua parte superior, mostra camadas de calcário cinza claro silicificado, com grande quantidade de restos vegetais. Ali

foram identificados *Lycopodiopsis derbyi* Renault e *Glossopteris* sp.

Beurlen (1953) descreve duas espécies novas de crustáceos pertencentes ao gênero *Paulocaris*: *P. clarkei* Beurlen e *P. marianoi* Beurlen. A primeira procede de um folhelho betuminoso localizado junto à Estação Ferroviária de Engenheiro Gutierrez, Município de Irati, Estado do Paraná, e a segunda de leitos calcários da Formação Irati, nos Municípios de Dom Pedrito e Bagé, Estado do Rio Grande do Sul. Pinto (1971) comenta que os espécimens referidos por Beurlen não possuem os espinhos laterais, nem a carena mediana que caracterizam *Paulocaris*. Para este autor *Paulocaris clarkei* é certamente *Pygaspis* e *Paulocaris marianoi*, se corretamente representado, trata-se de uma forma jovem de *Pygaspis* ou um exemplar de *Liocaris* cujo rostro estivesse partido.

Beurlen, Sena Sobrinho e Martins (1955) realizam um trabalho sobre as formações gondwânicas do Rio Grande do Sul, fazendo alguns registros paleontológicos para os Municípios de Bagé e Dom Pedrito. Para a Formação Irati, mencionam a presença dos fósseis *Mesosaurus brasiliensis* Mac Gregor e *Paulocaris* sp. Nos sedimentos situados logo acima do topo do Irati, que correlacionaram às camadas Serra Alta, assinalam a presença de escamas de peixes. Nas lentes calcárias da Formação Estrada Nova, registram restos de *Glossopteris* e *Lycopodiopsis* Renault, que já tinham sido assinalados por Martins e Sena Sobrinho para o afloramento Cerro Chato, Município de Dom Pedrito.

Pinto (1955) registra a ocorrência de mais um horizonte fossilífero para o Rio Grande

do Sul, atribuindo-o, nesta ocasião à Formação Palermo e alterando, logo a seguir, em 1957, para Formação Irati. O jazigo, situado no corte de estrada de rodagem Guaíba-Uruguaiana, km 78,5, em frente à localidade de Minas do Leão, cerca de 2km a W do Arroio Capão da Roça, apresentou restos fósseis vegetais identificados como *Glossopteris* cf. *ampla* Dana e *Glossopteris* cf. *indica* Schimper, restos de crustáceos de gênero indeterminado (*Paulocaris* ou *Pugaspis*?), além de impressão de um inseto e uma escama de peixe indeterminada.

Pinto, in Machado e Castanho (1957), examinando amostras de perfurações realizadas pelo DACM, Departamento Autônomo de Carvão Mineral, no trecho situado entre o Arroio Taquara (Minas do Leão) e o Arroio Capanezinho (Cachoeira do Sul), assinala as seguintes ocorrências fossilíferas:

- **Sondagem 176 (Leão)** em amostra colhida a 36,75 e 37,15m: costelas e vértebras de um Mesosaurídeo. Em vista deste achado Pinto fixa aí o nível em Formação Irati.
- **Sondagem 180 (Leão)** em amostra colhida entre 34,94 e 35,51m: escamas e dentes de peixes. Entre os ichtiodontes, Pinto determinou algumas formas pertencentes ao gênero *Pleuracanthus*, atualmente conhecido por *Xenacanthus*. Os demais não foram determinados; entretanto, um tipo chamou-lhe atenção por ser muito semelhante ao gênero *Rhina*, mas observa que este é apenas conhecido do Jurássico ao Recente.
- **Sondagem 179**, em amostra colhida a 9,0; 17,5; 24,5 e 26m: escamas e dentes semelhantes àqueles da Sondagem 180.

Pinto considera, com base nestes estudos preliminares, que os sedimentos situados acima da brecha com Mesosaurídeo (Sondagem 180), possivelmente pertençam à parte inferior da Formação Estrada Nova. Porém as formas encontradas são bastante diferentes daquelas características da Formação Estrada Nova, o que leva a crer tratar-se ainda da Formação Irati. O gênero *Xenacanthus* Beyrich, 1848, embora representado nas duas formações, apresenta espécies diferentes e características para cada uma dessas unidades, como pode ser observado nas Estampas VIII e XI.

Kräusel e Dolianiti (1958), em seu trabalho sobre Gimnospermas do Paleozóico brasileiro, realizam uma revisão dos trabalhos anteriores sobre o assunto, de onde pode-se extrair o seguinte registro fossilífero para a Série Passa Dois no Rio Grande do Sul: *Dadoxylon nummularium* White, 1908, para a Formação Estrada Nova, localidade de São Rafael.

Zingano e Cauduro (1959) realizam um

trabalho sobre os afloramentos fossilíferos do Estado. Para a Formação Irati assinalam:

- a) **Afloramento Cerro das Caveiras**. Conteúdo fossilífero: restos de *Mesosaurus brasiliensis* Mac Gregor. O afloramento situa-se na estrada que liga Dom Pedrito a Rosário do Sul, a 29,7km da cidade de Dom Pedrito.
- b) **Afloramento do km 78,5 na Br 37**, num corte da estrada de rodagem Guaíba-Uruguaiana, em frente a Minas do Leão.

Conteúdo fossilífero apontado por Pinto (1955).

- c) **Afloramento Passo de São Borja**, na barranca da margem direita do rio Santa Maria. Conteúdo fossilífero: restos de *Mesosaurus brasiliensis* Mac Gregor.
- d) **Afloramento Tiaraju**, na estrada de rodagem São Gabriel Tiaraju, a 34km de São Gabriel. Conteúdo fossilífero: ídem afloramento anterior.

Para a Formação Estrada Nova assinalam apenas um afloramento fossilífero :

- a) **Afloramento Cerro Chato**, situado a 26km a NW da cidade de Dom Pedrito. Conteúdo fossilífero: uma flora de Pteridófitas composta de *Lycopodiopsis derbyi* Renault e *Glossopteris* sp.

Delaney e Goñi (1963) realizam um trabalho tentando uma correlação preliminar entre as formações Gondwânicas do Uruguai e Rio Grande do Sul. Em suas referências paleontológicas, mencionam, para a Formação Irati, *Mesosaurus brasiliensis* Mac Gregor, escamas de peixes e artrópodos. Para a Formação Estrada Nova e Passo Aguiar (Uruguai), apenas comentam serem elas ricas em madeira silicificada.

Pinto (1965) lança um nota, no XIX Congresso Brasileiro de Geologia, sobre novos insetos encontrados na Formação Irati, que, juntamente com o estudo dos esporos realizado por Cauduro, A.D. vem confirmando a idade Permiano Superior para esta Formação.

Sommer e Trindade (1966), em seu trabalho sobre Lycopodiales do Gondwana brasileiro, mencionam a presença de *Lycopodium phloios dolianiti* Kräusel, 1961, no afloramento Cerro Chato, Formação Estrada Nova, localizado no Município de Dom Pedrito.

Pinto e Closs (1967) publicam um índice remissivo dos fósseis do Rio Grande do Sul, apontando, para cada espécimen ou espécie animal ou vegetal encontrado no Estado, a unidade estratigráfica, o período e o trabalho em que os mesmos são referidos, descritos ou comentados.

Daemon e Quadros (1970) realizam a análise e estudo de amostras de superfície e de 31 poços exploratórios da PETROBRÁS na Bacia do Paraná, desde Mato Grosso e Goiás até o Rio Grande do Sul, com a finalidade de utilizar os esporos identificados para estabelecer uma coluna bioestratigráfica do Gondwana, nesta bacia sedimentar. Os esporos encontrados pertencem às turmas Saccites, Monoletes, Monocolpates, além de representantes de Tasmanales, sendo selecionadas 40 espécies para o estabelecimento da coluna. Estudos comparativos destas espécies, com formas descritas de outras regiões, fornecem dados geocronológicos suficientes para determinar a idade dos diversos intervalos, demonstrando que a sequência sedimentar do Neopaleozóico da Bacia do Paraná se estende desde o Carbonífero Superior (Stefaniano C) até o Permiano Superior (Kazaniano). O trabalho contribui, ainda, com valiosos dados para a reconstituição do desenvolvimento paleogeográfico da Bacia, sendo apresentadas considerações de ordem paleoecológica.

Rösler (1970), em Dissertação de Mestrado, registra a ocorrência de alguns afloramentos fossilíferos do Grupo Passa Dois. Relativo à Formação Irati, assinala os seguintes afloramentos:

- a) PM-1 (Biboca), localizado no Município de Pinheiro Machado, à margem do ramal da estrada de ferro Bagé-Pelotas, atualmente abandonado. Conteúdo fossilífero: restos de esqueleto de *Mesosaurus brasiliensis* Mac Gregor, escamas de Paleoniscídeos, impressões de crustáceos Pygocephalomorpha, além de restos vegetais carbonizados.
- b) PM-II, localizado no Município de Pinheiro Machado, próximo de Pedras Altas, cerca de 7km em linha reta do afloramento anterior. Conteúdo fossilífero: fósseis indeterminados, possivelmente restos vegetais carbonizados.
- c) PM-IV (calcário coquinóide), localizado à margem da estrada de rodagem que dá acesso à Biboca, região de Pedras Altas. Conteúdo fossilífero: carapaças de crustáceos em grande quantidade.
- d) Rodovia Bagé-Aceguá, numa lente calcária, com posição intermediária entre o topo e a base da Formação. Conteúdo fossilífero: uma impressão de *Lycopodiopsis* sp.

Para a Formação Estrada Nova assinala:

- a) Rodovia Bagé-Aceguá. Conteúdo fossilífero: dentes, escamas e ossos de peixes, além de um molde de *Pinzonella* sp. em lentes de calcário com aspecto concrecional.

Não são fornecido pelo autor dados mais precisos com relação à localização dos afloramentos da rodovia Bagé-Aceguá, tanto da Formação Irati como Estrada Nova.

Pinto (1971) apresenta uma reconstituição do gênero *Pygaspis* Beurlen, baseando-se nos tipos *Pygaspis brasiliensis* Beurlen 1934 e *Pygaspis quadrata* Beurlen, considerado por Pinto como sinônimo de *P. brasiliensis*, além de material reunido em várias coletas realizadas nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e São Paulo. Observa que *Pygaspis*, provavelmente, é sinônimo de *Notocaris* Broom, 1931. Discute e afirma a validade dos gêneros *Paulocaris*, *Liocaris* e *Pygaspis* dentro da ordem Pygocephalomorpha.

Figueiredo Filho (1972) faz um estudo da estratigrafia do Grupo Passa Dois, no Rio Grande do Sul, e apresenta registros fossilíferos para as Formações Irati e Estrada Nova. Para a primeira, fácies Tiaraju, assinala restos de *Mesosaurus brasiliensis* Mac Gregor, impressões de *Pygaspis* e *Paulocaris*, escamas de peixe do tipo ganóide e impressões, não classificadas, de folhas. Para a fácies Valente, restos de *Mesosaurus*, dentes de Pleuracanthídeos (sinônimo de Xenacanthídeos), crustáceos (*Paulocaris*), insetos, escamas de peixes indeterminados e restos de fósseis vegetais. Para a Formação Estrada Nova menciona a presença de escamas e dentes de peixes, restos vegetais e uma valva de pelecípode (*Pinzonella*?) encontrada por Rösler (1970).

Lima e Cunha (1972), em Dissertação de Mestrado, descreve quatro perfis dentro do Grupo Passa Dois, cujos afloramentos fossilíferos, apontados pela autora, relaciona-se a seguir:

- a) Perfil Caveiras-Ibicui da Armada, com um afloramento rico em escamas dentes de Paleoniscídeos, localizado a W do entroncamento das rodovias Dom Pedrito-Rosário do Sul (correspondendo ao km 16 do perfil, que está representando na fig. 2) na base da fácies Caveiras. Outro afloramento citado é o de Cerro chato, onde predominam principalmente fósseis vegetais: troncos silicificados e impressões de folhas, sendo registrado para o local *Glossopteris* sp., *Lycopodiopsis derbyi*? Renault, além de fragmentos de caules comprimidos e folhas silicificadas.
- b) Perfil Tiaraju para o norte, cujo conteúdo fossilífero está representado por impressões, moldes e fragmentos de bivalves que ocorrem em concreções calcárias do tipo septária. Os fósseis foram encontrados na base da fácies superior da Formação Estrada Nova. A localização geográfica do afloramento não está clara; a única referência dada

é o km 16,5 do Perfil, que, no entanto, não fornece esta informação. Na área de Tiaraju, Município de São Gabriel, registra a ocorrência de moldes de bivalves, similares ao gênero *Cowperesia*, porém de pequenas dimensões.

- c) **Perfil Tiaraju-Catuçaba**, com um afloramento fossilífero denominado afloramento "A", situado nas imediações do afloramento Tiaraju, citado por Zingano e Cauduro (1959), num nível de folhelho pirobetuminoso, sendo rico em restos de crustáceos da ordem Pygocephalomorpha, além de restos vegetais do gênero *Gangamopteris* sp.? e escamas de peixe mal preservadas. O afloramento "B" situa-se a 1,4 km do início do perfil, ao longo da estrada que liga as localidades de Tiaraju e Catuçaba. Os fósseis aí encontrados compreendem fragmentos de Pygocephalomorpha e Mesosaurídeos, em lentes calcárias situadas dentro do nível inferior de folhelho preto, na base da fácies Tiaraju.

- d) **Perfil trecho entre Pantano Grande — Rio Pardo**, cujos sedimentos da Formação Irati contém fragmentos de crustáceos Pygocephalomorphos, escamas de peixes e fragmentos vegetais.

Com referência aos ichtiodontes da Formação Estrada Nova colhidos em afloramento anteriormente mencionado no Perfil Caveiras — Ibicuí da Armada, a autora figura na Estampa V, fig. 10, um espécimen de *Xenacanthus* e não um representante de Paleoniscídeo como supôs.

Pinto (1972) descreve três espécies novas de insetos, pertencentes à família Permochoiristidae: *Petromantis rieki* Pinto, *P. evansi* Pinto e *Asiachorista beckermigdisovae* Pinto, todos coletados na Formação Irati. A primeira

espécie citada foi encontrada em uma lente de calcário, de um afloramento situado na estrada Passo de São Borja, Município de São Gabriel. As duas seguintes, num afloramento de corte de estrada junto ao km 79 da rodovia Porto Alegre-Uruguaiana. Com base nestes insetos, principalmente no gênero *Petromantis*, Pinto correlaciona as espécies destes sedimentos com as do Permiano Superior da Rússia asiática, datando a Formação Irati na idade Kazaniano. A fáunula associativa, em Passo de São Borja, compreende restos de crustáceos e de Mesosaurídeos e a do km 79, escamas de peixes, crustáceos, folhas de *Glossopteris*, além de outras famílias de insetos: Prosboldidae, Pereboridae, Permithonidae e Cupidae.

Pinto (1972a) revisa a posição sistemática e as descrições dos crustáceos Pygocephalomorpha da Formação Irati, comparando-os com as faunas paleozóicas da África, Europa e América do Norte. Estas informações, associadas aos dados obtidos nos estudos sobre insetos Blattoidea do Grupo Tubarão, Estado do Paraná e o estudo de uma nova fáunula de Paraplecoptera encontrada na Formação Irati, em São Paulo, além de recentes estudos dos insetos da mesma Formação, no Estado do Rio Grande do Sul, forneceram dados para o estabelecimento de uma idade carbonífera superior ao Grupo Tubarão e permiana superior (Kazaniano) à Formação Irati, Grupo Passa Dois. A paleontomofáunula do Irati, tanto em São Paulo como no Rio Grande do Sul, são comparáveis à fáunula do Paleozóico Superior da Austrália e, especialmente, da Sibéria, na Rússia.

Dellazzana (1973), em Dissertação de Mestrado, realiza uma análise palinológica de material coletado no afloramento Passo de São Borja e de duas outras sondagens: PN— 19—SG, São Gabriel, e F—177, Minas do Leão, todos da Formação Irati. Em seus estudos registrou a ocorrência das seguintes espécies:

Protohaploxypinus labratus Dellazzana, sp. nov.
Protohaploxypinus sp.
Piceapollenites archangelskyi Dellazzana, sp. nov.
Alisporites indarraensis Segroves
Lueckisporites iratiensis Dellazzana, sp. nov.
Limitisporites sp.
Striatoabierites cf. *duivenii* (Jansonius) Hart
Lueckisporites virkkiae Potonié & Klaus
Taenisporites sp.
Taenisporites sp. B
Vittatina africana Hart
Vittatina cf. *Wodehouse* (Jansonius) Hart
Convolutispora pintoii Dellazzana, sp. nov.
Punctatisporites cf. *gretensis forma minor* Hart
Cordaitina sp.
Potoniesporites sp.

Atribui idade permiana superior à Formação Irati, baseando-se em comparações entre a associação estudada e outras associações palinológicas do Gondwana.

Hessel (1973), em Dissertação de Mestrado, cria um gênero e espécie nova de tronco fóssil, encontrado em sedimentos da fácies Valente, Formação Irati: *Bageopitys articulata* Hessel. O material foi coletado 10 km ao Sul da cidade de Bagé, na rodovia Bagé-Aceguá, Município de Bagé, no local tipo de proposição da fácies Valente de Figueiredo Filho (1972).

Schrage (1973), em Dissertação de Mestrado, descreve, para a Formação Irati, uma nova espécie de tronco silicificado: *Barakaroxyton brasiliensi* Schrage. O vegetal foi encontrado na unidade de topo da Formação Irati, constituída de folhelhos silticos cinza-claro, na região de Estância do Meio, na zona centro-norte do Estado, exatamente nas coordenadas 54°32'10" W e 36°26'32" N. Menciona, ainda, que Leistikov (inédito) descreve uma nova madeira fóssil, *Sulbrasilioxylon clossi* Leistikov, sp. nov., coletada na localidade de Passo de São Borja, Município de São Gabriel, em calcários da Formação Irati.

Bortoluzzi (no prelo) registra a presença, nos sedimentos da Formação Irati, de *Pecopteris* sp., *Glossopteris angustifolia* var. *taeniopteroides* Seward, 1908 e *Psygmophyllum*

(?) *kidstoni* (Seward) Høeg, 1967, do km 88 da BR—290 (estrada Porto Alegre-Uruguaiana).

Guerra (no prelo) descreve duas espécies de troncos gimnospérmicos, *Polysolenoxylon bageense* Guerra, sp. nov. e *Polysolenoxylon bortoluzzi* Guerra, sp. nov., ambas provenientes da Formação Irati. A primeira foi encontrada em afloramento às margens da rodovia Bagé-Hulha Negra, entre a Estância Rio Negro e a Granja São Jorge, no encontro das coordenadas 54°38'30" W e 31°24'32" N e a segunda, na rodovia Bagé-Aceguá, km 10 Município de Bagé.

Guerra, em sua Dissertação de Mestrado realizada em 1973, comenta ter sido encontrado em afloramentos situados ao longo da rodovia Bagé-Aceguá, diversas madeiras petrificadas, figurando, entre os espécimens, um exemplar do gênero *Psaronius*.

Guerra (no prelo) descreve uma espécie de tronco fóssil, *Barakaroxyton resiniferous* Guerra, sp. nov. O exemplar foi encontrado em um afloramento da Formação Irati, situado nas barrancas da margem direita do rio Santa Maria, no Passo de São Borja, Município de São Gabriel.

Segue uma relação dos fósseis registrados para o Grupo Passa Dois no Estado, agrupados segundo as unidades litoestratigráficas onde foram encontrados.

1. FÓSSEIS DO GRUPO PASSA DOIS NO
ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL.

FLÓRULA

Vegetais

Formação Estrada Nova

Lycopodiopsis derbyi Renault, 1890 in Martins e Sena Sobrinho, 1951
Dadoxylon nummularium White, 1908
Sigillaria muralis White, 1908
Lycopodiophloios dolianiti Kräusel, 1961
Glossopteris sp. in Martins & Sena Sobrinho, 1951
Lycopodiopsis sp. in Rösler, 1970
Gangamopteris sp. (?) in Lima e Cunha, 1973

Formação Irati

Glossopteris cf. *ampla* Dana in Pinto, 1955
Glossopteris cf. *indica* Schimper in Pinto, 1955
Bageopitys articulata Hessel, gen. et sp. nov., 1973
Barakaroxylon brasiliensi Schrage, sp. nov., 1973
Sulbrasilioxylon clossi Leistikov, sp. nov., in Schrage, 1973
Polysolenoxylon bageense Guerra, sp. nov., 1973
Polysolenoxylon bortoluzzi Guerra, sp. nov., 1974
Barakaroxylon resiniferous Guerra, sp. nov., 1974
Psaronius sp. in Guerra, 1973
Pecopteris sp. in Bortoluzzi, 1970
Glossopteris angustifolia var. *taeniopteroides* Seward, in Bortoluzzi, 1970
Psymophyllum (?) *kidstonii* (Seward) Høeg, in Bortoluzzi, 1970

Palinomorfos

Formação Irati

Protohaploxypinus labratus Dellazzana, sp. nov., 1973
Protohaploxypinus sp. in Dellazzana, 1973
Piceapollenites archangelskyi Dellazzana, sp. nov., 1973
Alisporites indarraensis Segroves, in Dellazzana, 1973
Lueckisporites iratiensis Dellazzana, sp. nov., 1973
Limitisporites sp. in Dellazzana, 1973
Striatoabietites cf. *duivenii* (Jansonius) Hart, in Dellazzana, 1973
Taeniesporites sp. B, in Dellazzana, 1973
Taeniesporites sp. in Dellazzana, 1973
Lueckisporites virkkiae Potonié & Klaus, in Dellazzana, 1973
Vittatina africana Hart, in Dellazzana, 1973
Vittatina cf. *wodehouse* (Jansonius) Hart, in Dellazzana, 1973
Convolutispora pintoii Dellazzana, sp. nov., 1973
Punctatisporites cf. *gretensis forma minor* Hart, in Dellazzana, 1973
Cordaitina sp., in Dellazzana, 1973
Potoniesporites sp., in Dellazzana, 1973

FÁUNULA

Vermes

Formação Estrada Nova
Rastros de vermes

Crustáceos

Formação Irati
Pygaspis brasiliensis Beurlen, 1934
Restos de crustáceos Pygocephalomorpha indeterminados

Insetos

Formação Irati
Petromantis riecki Pinto, 1972
Petromantis evansi Pinto, 1972
Asiachorista beckermigdisovae Pinto, 1972
Neuropibrocha sp. in Pinto, 1972
Ingruinae sp., in Pinto, 1972
Aissoblatta sp. in Pinto, 1972
Probole sp. in Pinto, 1972
Permocupites sp. in Pinto, 1972
Kaltanicupes sp. in Pinto, 1972
Permithone sp. in Pinto, 1972
Probolidae – Tettigarctida in Pinto, 1972

Peixes

Formação Estrada Nova
Paleoniscida – gêneros indeterminados
 Ichtiodontes “A”, “B”, “C”, “D”, “E”, “F”, “G”
 Escamas
Coelacanthidae – gênero indeterminado
 Escamas
Elasmobranchiomorphi
 Xenacanthus santosi Würdig-Maciel, sp.nov. (ichtiodonte)
 Orodus milleri Würdig-Maciel, sp.nov. (ichtiodonte)
 Ctenacanthus sp. (ichtiodorulito)
Teleostomi – gênero indeterminado
 Acanthodii (?) (placas dermais?)
Formação Irati
Paleoniscida – gêneros indeterminados
 Ichtiodontes “C”, “D”, “F”
 Escamas
Elasmobranchiomorphi
 Xenacanthus pricei Würdig-Maciel, sp.nov.
 Gêneros indeterminados “A”, “B”, “C”

Anfíbios

Formação Estrada Nova
Anfíbia – gênero indeterminado

Répteis

Formação Irati
Mesosaurus brasiliensis Mac Gregor, 1908

O ambiente de deposição do Grupo Passa Dois ainda é tema de discussão e, embora possamos reunir vários dados a respeito, faltam elementos integradores para estabelecer-se definitivamente que tipo de ambiente e que condições prevaleceram durante o período de deposição deste Grupo.

As primeiras contribuições sobre o assunto foram dadas por White (1908) que atribuiu aos depósitos do Grupo Passa Dois um ambiente flúvio-lacustre; Clarke (1920) que assinalou na localidade de Guareí, Estado de São Paulo, fragmentos de um *Bellerophon* e de *Loxonema* em sedimentos da Formação Irati e Reed (1929) que apontou também um ambiente marinho.

Reed (1929) estudou uma coleção de fósseis proveniente de dois horizontes com faunas próprias: a primeira proveniente de Serrinha e Roxo Roiz (Formação Estrada Nova, fácies Serrinha) e a segunda de Rio Claro, Terezina, Tapera Imbuia, Água Quente e Roxo Roiz (Formação Estrada Nova, fácies Terezina). A fauna de bivalves foi comparada pelo autor com um fauna européia, caracteristicamente marinha e de estratos correspondentes ao Triássico Superior. Reed reforça sua opinião sobre o ambiente registrando a ocorrência no Horizonte A de uma pequena placa de *Chiton* sp., um fragmento de amonóide, *Clionites* (*Traskites*?), um fragmento de frágmocone de *Aulacoceras*? sp. e gastrópodes do gênero *Coelostylina*? sp. e *Loxonema*? sp. Neste mesmo trabalho acompanha uma nota de Bather (p. 84) mencionando na localidade de Serrinha o achado de uma impressão de crinóide. Um ano antes, Reed já havia registrado radiolários em rochas oolíticas de Rio Claro, São Paulo.

Em contraposição à idéia de Reed (1929) vários autores se manifestaram nos anos seguintes, como Leanza (1948), Mendes (1949, 1966, 1967) e Almeida e Barbosa (1953). Porém

o autor, em trabalhos de 1932 e 1935, mantém sua opinião com respeito ao ambiente do Grupo Passa Dois, sendo que Mendes (1944) e Mendes e Mezzalana (1946) também atribuem um ambiente marinho.

Leanza (1948) é o primeiro a divergir sobre esse assunto, após realizar uma análise de fauna do Grupo Passa Dois, dizendo:

"En las páginas que anteceden hemos afirmado que el resto determinado como *Chiton* sp. corresponde probablemente a una placa de un crustáceo y que el resto de *Clionites* (*Traskites*?) sp. podría pertenecer a un crustáceo branquiopodo. En cuanto al despojo de crinoideo expresamos la posibilidad de un vegetal vascular" (p. 237).

Mendes (1949) estuda uma coleção de bivalves da Formação Corumbataí, em Anhembi, Estado de São Paulo, declarando ser prematuro opinar sobre o ambiente em que viveu a assembléia de conchas deste local, se marinho ou salobro, e é o primeiro a assinalar o caráter endêmico dessa fauna. Mendes diz o seguinte:

"É possível que se representem diferentes ambientes aquosos dentro dessa série geológica relativamente espessa. A associação de lamelibrânquios com restos de vegetais (como em Anhembi, etc.) levariam a supor, em todo o caso, que se trata de um mar muito próximo à costa"

Lembra Mendes que Leanza (1948) opinou categoricamente por um ambiente continental para todo o Grupo Passa Dois e acrescenta:

"Creio contudo que um ambiente de água doce pouco provavelmente daria conta da diversificação notada dentre os lamelibrânquios de certos horizontes. Tome-se, por exemplo, um dos jazigos de Ferraz ("horizonte inferior"), no município de Rio Claro, Estado de São Paulo, onde em coleções organizadas em uma camada arenítica de cerca de um palmo de potência reconheci oito formas (genera)

diferentes" (p. 38).

Mendes opta pela suposição de um mar raso interior que talvez respondesse por tal circunstância, porém já em 1952 assim se refere ao ambiente de deposição da Formação Corumbataí e à sua fauna:

"Uma análise paleoecológica fornece evidência de que o ambiente de sedimentação não corresponde ao de um meio marinho normal, faltando braquiópodes, corais, etc., não só na região como por toda a extensão conhecida da Série Passa Dois" (p. 9-10).

"Apresentam as conchas ornamentação predominantemente lisa; *Ferrazia* e *Couperesia* são as únicas que possuem costelas, respectivamente radiais e sub-concêntricas. Este segundo tipo de ornamentação não é estranho, aliás, nas conchas fluviais e lacustres, aparecendo, por exemplo nas *Corbiculae*" (p. 54).

Almeida e Barbosa (1953) comentam que o Grupo Passa Dois teria se depositado numa vasta bacia aquosa de sedimentação, formada a partir da retirada dos gelos. Estes autores fazem as seguintes citações:

"Quando as vastas planícies, surgidas com o recuo das águas, sofriam lenta e uniforme subsidência e conseqüente transgressão das águas dessa grande bacia intracratônica, formaram-se as camadas Irati" (p.56).

"A Formação Estrada Nova representa ainda fácies aquosa dessa bacia, porém possivelmente sempre raso e não marinho" (p.57).

"...Porém nos Estados do Paraná e Santa Catarina a formação Rio do Rasto, que recobre o Estrada Nova, apresenta caráter acentuadamente siltico-arenoso e em sua parte mais alta, diz Gordon Jr. (1946) existem discordâncias locais causadas pela deposição, desmonte e recheio em pequenos canais, característicos de um ambiente em planícies aluviais. É possível que representem elas o término do processo de dessecação dessa bacia, com a migração, para o seu interior, dos fácies marginais" (p.57).

Beurlen (1953) faz uma série de considerações sobre a fauna de bivalves da fácies Terezina, concluindo que esta é uma fauna de água salobra em conseqüência de uma transgressão marinha na bacia intracontinental do Paraná. O autor argumenta em favor de uma origem marinha para a fauna de Terezina, procedente de uma imigração de lamelibrânquios marinhos. Menciona que nas camadas Terezina encontram-se descendentes de *Schizodus* (Schizodontida), de *Sanguinolites* (Solenomorphacea), dos Allorismidae, dos Mytilidae, e provavelmente também dos Edmondiidae, havendo, assim, a imigração de cinco grupos diferentes de bivalves que se desenvolvem na Bacia do Paraná. Interpretando esses fatos considera a seguinte possibilidade:

"Em conseqüência de movimentos epirogênicos, deu-se uma transgressão marinha

para a Bacia do Paraná trazendo consigo uma imigração de animais marinhos; formou-se, assim, um mar intracontinental. A ligação dessa bacia para o oceano aberto era estreita e rasa de modo que não existia um contínuo intercâmbio de águas e animais. Em virtude disso a água dessa bacia intracontinental tornou-se salobra; apenas poucos representantes da fauna marinha conseguiram adaptar-se ao ambiente salobro de modo que a fauna empobreceu e realizou-se um desenvolvimento mais ou menos autóctone" (p. 32).

Lembra, ainda Beurlen, que apenas o gênero *Terraia* sobreviveu ao limite das camadas Terezina-Serrinha, desdobrando-se em alguns gêneros descendentes. O desenvolvimento da fauna de Serrinha, derivada de *Terraia*, representa o desenvolvimento de uma fauna de água doce, fundamentalmente diferente das camadas Terezina.

Este autor menciona também, neste trabalho, a ocorrência de briozoários no horizonte de Terezina.

Beurlen (1954), em suas conclusões paleogeográficas, identifica nas camadas Serra Alta uma fácies de sedimentação de águas tranquilas, relativamente profundas, distantes da região do litoral, na parte mais central e profunda da bacia.

Terezina representaria uma sedimentação de águas mais rasas, temporárias, alternadamente mais próximas da região litoral, interpretada a partir de sua fácies mais clástica, com leitos intercalados de calcários oolíticos com enriquecimento de conchas. A Formação Corumbataí seria uma fácies litoral, sua espessura reduzida indicando uma sedimentação mais lenta, às vezes interrompida em virtude de um abaixamento mais vigoroso. A região de Corumbataí faria parte da margem da bacia com sedimentação incompleta, enquanto a região do Paraná meridional e central pertenceria ao centro da bacia com sedimentação incompleta e contínua.

Neste trabalho, Beurlen identifica na Formação Estrada Nova, dois gêneros marinhos de bivalves na faunula de Irati Velho: *Edmondia* e *Parallelodon*?. Mendes (1967) refere que este material não é satisfatório para estudo.

Beurlen (1954a) mantém suas idéias quanto à deposição do Grupo Passa Dois na Bacia do Paraná, acrescentando que a Bacia esteve sujeita a fluxos de marés, demonstrando ligação com o oceano aberto, e que a baixa temperatura condicionou um empobrecimento da fauna. Portanto a deposição de Terezina, assim como das camadas Serra Alta e dos folhelhos Irati, teria ocorrido numa bacia intracontinental com ligação aberta para o oceano, sendo que somente a partir das camadas Serrinha existiriam condições continentais de água doce, que possibilitaram a imigração dos conchostráceos. Também fósseis vegetais estão associados de maneira abun-

dante nas camadas do Grupo Rio do Rasto, diz Beurlen. Nas camadas Terezina ocorriam apenas raros restos vegetais, principalmente de *Lycopodiopsis* isolados e alóctones.

Beurlen assinala na amostra estudada, proveniente de Prudentópolis, duas colônias de briozoários referentes aos gêneros *Cyclotrypa* Ulrich e *Sphragiopora* Ulrich.

Beurlen (1954b) expressa, de maneira geral, o já exposto em trabalhos anteriores. Assinala, na fácies Serra Alta, nos arredores da cidade de Irati, um resto mal conservado de braquiópode.

Salamuni (1963) indica para Terezina e Serrinha um provável ambiente de deposição em planícies de inundação (várzeas ou, talvez, planícies tidais, embora as evidências surgiram sempre a primeira hipótese). O autor faz a seguinte citação:

"A extraordinária abundância de gretas de contração, a coloração vermelha original de alguns horizontes, a presença de restos vegetais, progressivamente mais freqüentes, em particular nas camadas Serrinha, a ausência de marcas de ondulação simétricas, existência de canais fluviais, falta de restos orgânicos marinhos, além das muito outras provas mostrando constantes emersões e imersões dos sedimentos, sugerem deposição em amplas planícies de inundação" (p. 82).

Com relação ao clima no momento de deposição das camadas, o autor sugere quente, sujeito a chuvas torrenciais periódicas e vastas inundações.

Mendes (1966) faz referência ao ambiente da fácies Serrinha como lacustre, com grande quantidade de conchostráceos, relativa abundância de restos de peixes e de moluscos. Comenta, também, que o gastrópode classificado por Reed (1929) como *Laxonema* sp. possivelmente pertenceria ao gênero *Hydrobia*, gênero ainda vivente, uma vez que Cox (1953) descreveu um gastrópode bastante similar das camadas Karroo, Permiano Superior, de Banga, Rodésia, como *Hydrobia gonðwanica*.

Mendes (1967) faz uma série de comentários sobre os fósseis marinhos assinalados por Reed (1928 e 1929). Comenta que, já em 1954, examinara os fósseis atribuídos por Reed como cefalópodes, crinóides, anfineura, verificando ser esta classificação resultado de uma má interpretação. Os radiolários apontados para Rio Claro, seriam, provavelmente cortes de oólitos, comuns nos calco-arenitos, que apresentam uma estrutura radial e concêntrica. Os demais fósseis marinhos seriam, possivelmente, restos vegetais ou de peixes. Mendes refere-se também, às colônias de briozoários registradas por Beurlen (1954a, 1954b) como estruturas de origem inorgânica e ao braquiópodo (1954a) como um fragmento de molde interno de um bivalve. Comenta, ainda, que a conularia registrada por Caster (1920)

também tratava-se de um lamentável engano.

Temos ainda o resultado dos trabalhos realizados por Daemon (1974) que assinala a existência de acritarchas na Bacia do Paraná.

Daemon refere o gênero *Cymatiosphaera* sp. para a Formação Irati, Estado de São Paulo, e o gênero *Micrhystridium* sp. para a parte basal desta Formação, no Estado do Paraná. Para a Formação Estrada Nova, fácies Terezina e Serra Alta, em Santa Catarina, e na Formação Corumbataí, em São Paulo, o gênero *Cymatiosphaera* sp.

Daemon apresenta um quadro da bioestratigrafia da Bacia do Paraná baseado nos seus estudos sobre a palinologia. No intervalo "L" considera três sub-intervalos (L1, L2, L3), sendo que as Formações Irati, Estrada Nova e Rio do Rasto estão colocadas nos sub-intervalos L2 e L3. Na avaliação de seus resultados para o Intervalo bioestratigráfico L (Kazanião) diz o seguinte:

"Finalizando, durante o intervalo bioestratigráfico L, a Bacia do Paraná passa por um ciclo sub-aquoso estável. Reflexos de salinidade podem ser aventados para esses depósitos.

Contudo observa-se uma defasagem de tempo entre os ambientes reinantes a Sul, estados de Santa Catarina e Paraná e ao norte do Estado de São Paulo. Enquanto a Sul registram-se acritarchas, ao norte registram-se oogônios de caroficófitas e, na fase seguinte no Estado de São Paulo passa-se a observar os mesmos Acritarchas registrados ao Sul". (p. 40)

Após esta revisão de literatura pode-se constatar que com exceção de White (1908) que admitia um ambiente flúvio-lacustre para a deposição das camadas referentes ao Grupo Passa Dois, de Leanza (1948) que opinou a favor de um ambiente continental, provavelmente de água doce, todos os demais admitiram um ambiente sub-aquoso de deposição, em que consideram a possibilidade de águas com certo índice de salinidade. Reed indicou um ambiente realmente marinho e Beurlen, apesar de admitir um ambiente salobro, apontou uma bacia com ligação aberta para o mar.

Mesmo considerando as várias feições faciológicas encontradas ao longo da bacia no Grupo Passa Dois como representativas de um determinado ambiente de sedimentação, comportando uma fauna e flora adaptada e característica para cada caso, dificilmente se chegará a uma conclusão decisiva quanto ao ambiente reinante, pelo menos com relação à parte inferior e média do Grupo.

A Formação Irati representa um ambiente sub-aquoso onde um ou mais ciclos redutores podem estar antecededidos, alternados, seguidos ou mesmo completamente substituídos, em algumas regiões, por fases menos redutoras. Esta Formação compreende a parte da se-

quência mais característica pela constância de sua fauna e flora, que, desde Goiás e Mato Grosso até o Rio Grande do Sul, esta marcada pela presença de répteis como *Mesosaurus* e *Stereosternum*, pelos crustáceos pigocefalomorfos, pelas escamas e dentes de Paleoniscídeos e restos vegetais. Os répteis encontrados no Irati não nos auxiliam na definição do ambiente ou indicação da salinidade do meio. O mesmo ocorre com os crustáceos assinalados para esta primeira unidade. Já a flora e os insetos, estes últimos encontrados aqui no Sul, podem nos indicar proximidade da costa ou mesmo ambiente continental. Os paleoniscídeos, tão freqüentes nas formações do Grupo foram, segundo Orlov (1964, p. 527), particularmente abundantes nos ambientes de água doce durante o Carbonífero e Permiano, mas existem formas bem representadas nos ambientes marinhos. Daemon, (1974) registrou a ocorrência de Acritarchas no Irati de São Paulo e Paraná, bem como no de Santa Catarina, se Serra Alta for considerada uma fácies menos redutora dentro desta seqüência. Os Acritarchas, considerando as informações da literatura, são apontados como de ambiente marinho, planctônicos. Porém, Daemon (1974) nos informa que Williams e Sarjeant (1966) reportam formas não marinhas do Pleistoceno do "English Midlands" (Sargeant, não publicado) e do post-Pleistoceno do sudoeste da Austrália (Churchill e Sarjeant, 1962-63).

A fácies Serra Alta no Paraná e Santa Catarina, considerada como unidade da Formação Irati, se caracteriza por uma fauna de bivalves, conchostráceos e ostracodes. Os ostracodes, que podem ser bons indicadores de ambiente, ainda não foram devidamente estudados e sua fossilização parece não dar muitos detalhes de morfologia. Os conchostráceos, comparados aos atuais, poderiam indicar ambiente de água doce, sendo interessante notar que costumam viver em pequenas lagoas temporárias, próximas à costa.

A Formação Estrada Nova s.s. está marcada por uma fauna bastante rica em bivalves desde São Paulo até Santa Catarina. Em São Paulo aparecem ainda carófitas, troncos vegetais, palinórfos e também acritarchas. No Paraná encontram-se os mesmos grupos, com exceção dos últimos. O Rio Grande do Sul apresenta-se bastante pobre em bivalves, contribuindo apenas com troncos fósseis na parte superior da Formação e a fauna ictiológica, estudada neste trabalho, que em princípio mostra uma associação de peixes de água doce ao lado de elasmobrânquios referidos como marinhos (gêneros *Ctenacanthus* e *Orodus*). Esta fauna tem grande probabilidade de ser reconhecida nos Estados do centro e norte da Bacia, como já foi em parte no Estado de São Paulo.

Os bivalves, segundo Beurlen, descendiam de formas marinhas, porém, segundo

Mendes (1967), esta hipótese só pode ser aceita se admitir-se uma origem bastante remota, talvez da invasão marinha ocorrida no período de sedimentação do Grupo Tubarão. Por outro lado, esta é, segundo Mendes, uma fauna de caráter endêmico e não nos fornece dados que permitam uma correlação com outras bacias. Quanto às carófitas, comuns em ambiente de água doce, parecem ocorrer também em águas com certo índice de salinidade.

A fácies Serrinha, cuja situação na coluna estratigráfica é também muito discutida, está caracterizada no Paraná pela presença de conchostráceos, ostracodes, gastrópodes, restos de peixes e um anfíbio labirintodonte do gênero *Platyops*. Na parte superior da Formação Corumbataí, em São Paulo, também encontram-se conchostráceos e restos de peixes, e no Rio Grande do Sul, além de Paleoniscídeos e do gênero *Xenacanthus*, foi recentemente encontrado restos de um anfíbio.

Os gastrópodes encontrados na fácies Serrinha necessitam ainda um maior estudo. A presença de conchostráceos e anfíbios deixam claro a presença de um ambiente continental na parte superior do Grupo, com águas de índice de salinidade normal.

Na Formação Rio do Rasto, propriamente dita, são registrados ainda conchostráceos, no Paraná e Santa Catarina, além de um réptil, *Endothiodon*, no primeiro. A Formação Rio do Rasto já mostra estruturas bem características de preenchimento de canais e de planície de inundação, e sua flora e fauna associada deixam bem claro o ambiente flúvio-lacustre.

A partir de todas essas informações pode-se tecer algumas considerações sobre que tipo de ambientes teriam prevalecido durante a deposição deste Grupo.

Pela extensão dos depósitos, a idéia de uma grande baía, inicialmente de águas calmas e mixohalinas, de relativa profundidade, onde se depositaram os sedimentos do Irati e parte inferior de Estrada Nova, não parece inconsistente.

Ao encontrar-se em nosso Estado uma amostra com o aspecto típico de um "bone bed", na parte inferior da Formação Estrada Nova, no Município de Dom Pedrito, aventouse a hipótese da presença de rios e lagoas que transportassem uma carga de sedimentos e restos de uma ichtiofauna dulceaquícola para a baía, onde estes sedimentos e o material rolado iriam se associar com os restos de elasmobrânquios marinhos ou, mais provavelmente, mixohalinos. Outra explicação para a presença de ichtiodontes e ichtiodorulitos de elasmobrânquios, tipicamente marinhos, nestas formações, embora com poucos fundamentos, seria a ocorrência de um ciclo de transgressão e regressão marinha durante este intervalo.

Já na parte média e superior da Formação Estrada Nova, tanto aqui no sul como nos Estados situados mais ao norte encontram-se estruturas primárias identificadas nas rochas como marcas de ondas, microestratificação cruzada, gretas de contração, indicando a presença de correntes e águas rasas (Mendes, 1952, 54, 67) e até temporárias exposições de terreno (Almeida e Barbosa, 1953).

Os sedimentos da parte superior da Estrada Nova, no Rio Grande do Sul, são caracterizados por lentes de arenito avermelhadas alternando-se em camadas de siltito (foto 6) onde ocorrem escamas e dentes de paleoniscideos e coelacanthideos, dentes de *Xenacanthus*, restos de anfíbio além de rastros de vermes (foto 8) e troncos silicificados. Os peixes marinhos parecem estar ausentes. Os

bivalves e conchostráceos, tão comuns nos Estados vizinhos, aqui estão ausentes ou escassamente representados.

Devemos admitir que houve uma lenta e gradual transformação neste ambiente, com modificações do teor de salinidade da água, evoluindo para um ambiente francamente continental que permitisse o desenvolvimento de anfíbios, carófitas, fauna ictiológica característica de água doce, e mais ao norte bivalves e conchostráceos, além de rica vegetação às margens.

Por outro lado nestes sedimentos se observam estruturas primárias como "ripple marks" (fotos 7 e 10) e microestratificação cruzada (foto 9), que também podem ser indicativas de um ambiente continental de águas rasas.

E — IDADE E CORRELAÇÃO NO GRUPO PASSA DOIS

Os estudos paleontológicos e estratigráficos, realizados por diversos pesquisadores na Bacia do Paraná, parecem deixar fora de dúvida uma idade permiana para os sedimentos do Grupo Passa Dois.

White (1908) já havia atribuído uma provável idade Permiana para parte do Grupo. Oliveira, E.P. (1919), Clarke (1920), Cowper Reed (1929a), Gordon Jr. (1947), Maack (1947), Leanza (1950), Mezzalana (1952), Beurlen (1953) e todos os autores que se referiram a este problema em trabalhos posteriores têm aceito a deposição do Grupo durante este período.

Cowper Reed (1929), ao examinar uma coleção de lamelibrânquios do Paraná, Formação Estrada Nova, foi quem atribuiu uma idade triássica superior a esses sedimentos, por estabelecer uma comparação dessa fauna com a do Hemisfério Norte, marinha.

Entretanto, Cowper Reed no mesmo ano, (1929a) descreve filópodes da Formação Rio do Rasto em Poço Preto, Santa Catarina. Uma das espécies foi classificada como *Leaia pruvosti* Reed. Este gênero, segundo dados do próprio autor, é apenas conhecido das camadas carboníferas e permianas, sendo muito semelhante com algumas formas australianas de idade Permiano Superior.

Em 1944, Mendes revisou o material de bivalves estudado por Reed (1929) e verificou um engano por parte desse autor em relação a *Myophoria* e *Pachycardia*, sendo este último gênero chave para a avaliação da idade triássica superior. Propôs, então, os novos gêneros *Jacquesia* e *Pinzonellopsis*, respectivamente, para as espécies anteriormente referidas como *Myophoria* e *Pachycardia*.

Em 1945, Mendes admite a colocação da Formação Estrada Nova no Paleozóico Superior. E, em 1949, faz a seguinte referência: "Toda malacofauna apresenta um grau de endemismo muito elevado não sendo oportuno usá-la para estimação de cronologia de

seus sedimentos, devendo-se utilizar outras assembléias fósseis integradas por elementos cosmopolistas".

Mendes (1952) faz referência à flora *Glossopteris-Gangamopteris*, presente na Série Itararé-Tubarão, comentando ser a presença de alguns elementos nórdicos como *Lepidodendron*, *Sigillaria*, etc. o motivo de relutância em atribuir esta flora ao Permiano. Em 1954, Mendes comenta que Barbosa, em comunicação verbal, anuncia a ocorrência de *Gangamopteris* na Formação Rio do Rasto, no Paraná, assinalando ser esse gênero exclusivamente Paleozóico Superior. E, em 1967, faz o seguinte comentário: "From the paleontologic point of view, the most certain Neopaleozoic index fossils encountered in the Passa Dois are *Gangamopteris* and *Leaia*", (p. 159).

Maack (1947) menciona a ocorrência de *Lycopodiopsis derbyi* Renault desde a Formação Rio Bonito (Carvão Barro Branco, Santa Catarina) até a fácies Terezina, Formação Estrada Nova, no Paraná e Formação Corumbataí, em São Paulo (p. 161). Este autor sugere, ainda, uma correspondência da Formação Estrada Nova às camadas "Ecce", na África do Sul (p. 171).

Almeida e Barbosa (1953), referindo-se à Formação Irati, comentam que esta unidade encontra paralelo exclusivamente nas camadas "White Band" do grupo Upper Shales, Série Dwyck do Sistema Karroo da África do Sul (p.55). Lembram que o gênero *Leaia* ocorre também nas camadas Beaufort Inferior, da África do Sul, e nas camadas Newcastle, da Austrália. Referindo-se à flora da Formação Corumbataí expõem: "Revela inteira semelhança com a flora Damuda, do Gondwana da Índia peninsular e da Série Beaufort Inferior do Sistema Karroo, da África do Sul. Também é admissível compará-la com as floras da Série Ecce (Karoo) e Grupo Greta ("Coal Measure" Inferior de Nova

Gales do Sul), mas estas aproximam-se mais da flora "Rio Bonito"...p. 55.

Pinto (1972) faz um estudo sobre os insetos encontrados na Formação Irati e, com base nestes, data a unidade em Permiano Superior, provavelmente Kazaniano. Aponta vários fatos que lhe sugerem esta idade:

a) Os insetos encontrados na Formação Irati podem ser relacionados aos insetos encontrados na Rússia e Austrália, de idade Permiano Superior, a maioria do Kazaniano da URSS. Uma espécie, entretanto, está muito próxima a uma forma da Rússia, encontrada na parte superior do Permiano Inferior, da série Kuznetzk.

b) O gênero *Pygaspis* Beurlen, 1934 (Type species: *Pygaspis brasiliensis*), é um Pygocephalomorpha bastante semelhante, senão idêntico, a *Notocaris* Broom, 1931 (Espécie tipo: *Notocaris tapscotti*), da Formação Dwyc da África do Sul, de idade permiana superior, como já tinha referido Pinto (1971).

Pinto, no mesmo ano, publica trabalho referente aos crustáceos e insetos da Formação Irati. Em suas conclusões comenta o fato dos Pygocephalomorpha não trazerem uma informação precisa da idade dos sedimentos. Por outro lado, indicam uma relação entre o Irati e o "White Band", especialmente levando em consideração sua associação com Mesosauridae e a taphoflora *Glossopteris-Gangamopteris*. White Band teria uma idade entre: Ufimskiano-Kazaniano.

Segundo esse autor, a idade da Formação Irati estaria entre o Ufimskiano e Kazaniano.

Daemon e Quadros (1970) realizaram um estudo palinológico a partir de amostras de superfície e de poços exploratórios da PETROBRÁS na Bacia do Paraná, de Mato Grosso e Goiás até o Rio Grande do Sul. Os dados geocronológicos demonstraram que a sequência sedimentar do Neopaleozóico da Bacia se estende desde o Carbonífero Superior (Stefaniano C) até o Permiano Superior (Kazaniano). A sequência neopaleozóica foi dividida em seis intervalos (designados em ordem ascendente) bioestratigráficos e subintervalos, designados em ordem ascendente pelas letras G, H, I, J, K e L. Dentro do intervalo L, geocronologicamente datado no Kazaniano, ficaram as Formações Palermo, Irati, Serra Alta, Terezina, Serrinha e Morro Pelado, segundo a subdivisão utilizada pelo autores. As Formações Serrinha e Morro Pelado são colocadas em dúvida ou acima do último subintervalo, L3.

Daemon (1974) apresenta uma integração de seus estudos palinológicos no Neopaleozóico da Bacia do Paraná com os da fauna e flora, abordando apenas as camadas fossilíferas de Santa Catarina a São Paulo.

No Estado de São Paulo, na Formação Irati, constatou a presença de *Striatopodocar-*

pites phaleratus (Balme e Hennelly, 1965) Hart 1964 (Tartariano) e *Vittatina africana* Hart (topo do Kazaniano/Tartariano), ambas da Bacia do Karroo, sendo que a correlação com a África sugere uma posição bioestratigráfica entre a Zona Zonati/Striatiti de Hart 1967, correspondentes ao Ecca Superior/Beaufort Inferior. A amostra, situada bioestratigraficamente no subintervalo L2 superior à L3, geocronologicamente é atribuída ao Kazaniano.

Daemon acrescenta serem os sedimentos dessa amostra do Irati de São Paulo contemporâneos aos da Formação Terezina em Santa Catarina. Quanto à Formação Corumbataí, os palinómorfs indicaram subintervalo bioestratigráfico L3, Kazaniano. Comenta, ainda, que a presença de *Striomonosaccites* cf. *morondavensis* Goubin indica uma idade aproximada do Tartariano e, em se considerando tal fato, a Formação Corumbataí seria parcialmente contemporânea ao topo da Formação Terezina no Estado de Santa Catarina e à fácies Serrinha, Formação Rio do Rasto, no Paraná e Santa Catarina.

No Estado do Paraná e Santa Catarina a Formação Irati não apresenta indícios palinológicos. Quanto à Serra Alta e Terezina, nestes dois Estados são enquadradas nos subintervalos L2 e L3. Daemon observa uma quebra palinológica dentro da própria Formação Terezina, na sua parte mediana.

As fácies Serrinha e Morro Pelado, Formação Rio do Rasto, no Paraná e Santa Catarina, são estéreis em palinómorfs, com exceção da área de União de Vitória, onde a parte basal da fácies Serrinha apresenta palinómorfs do Permiano Superior.

Schrage (1973) descreveu um novo tronco fóssil para a Formação Irati, *Barakaroxyylon brasiliensi*, e correlacionou-o a *Barakaroxyylon* Surange e Maithy 1962, do Kunguriano (Permiano Médio) da Índia, Série Damuda, Barakar stage.

Dellazzana (1973) realiza um estudo sistemático de microsporos da Formação Irati e, em suas conclusões com respeito à idade destes sedimentos, está de acordo com Daemon e Quadros (1970) que datam a Formação em Kazaniano (parte inferior do Permiano Superior). A autora correlaciona os palinómorfs, através dos grupos dominantes na associação, com Ranigang da Índia, Zona de Striatiti na África e Complexo Dulhatyspora na Austrália.

Barberena (1972) registra a presença de um réptil do gênero *Endothiodon* na Formação Rio do Rasto, Paraná. Este réptil, também presente no Beaufort Inferior, Bacia do Karroo, levou o autor a datar estes sedimentos no Tartariano Inferior.

Barberena e Daemon (1974) descrevem um anfíbio labirintodonte do gênero *Platyops* Twelvetees, encontrado na fácies Serrinha.

na Serra do Cadeado, Paraná. Através desse fóssil estabelecem uma correlação com o Permiano continental da Rússia, onde Efremov e Vjushkov fizeram um zoneamento ao longo do Kazaniano e provavelmente Tartariano Inferior, dividindo-o em três complexos faunísticos, nos quais *Platyops Twelvetrees* ocorre. Segundo estes autores, Efremov e Vjushkov compararam o Permiano continental da Rússia com a Série Beaufort Inferior, Bacia do Karroo, que compreende também três zonas, a intermediária contendo a antiga Zona de Endothiodon.

A partir desta compilação de dados, nos trabalhos dos autores anteriormente citados, podemos verificar que Almeida e Barbosa (1953) e Pinto (1972a) correlacionam a Formação Irati com o "White Band" da Bacia do Karroo, e Daemon (1974) e Dellazzana (1973) com o Ecça Superior/Beaufort Inferior da mesma Bacia. Maack (1947), Almeida e Bar-

bosa (1953), Pinto (1972a) e Daemon (1974) correlacionam a Formação Estrada Nova com o Ecça ou Ecça/Beaufort Inferior, da Bacia do Karroo, e Barberena (1972) correlaciona a Formação Rio do Rasto, com o Beaufort Inferior.

Pinto (1972), através dos estudos feitos com insetos, correlaciona a Formação Irati com a Bacia de Kuznetzk da Rússia e, também, Daemon e Barberena (1974), utilizando anfíbio, correlacionam a Formação Rio do Rasto, fácies Serrinha, com o Permiano continental da Rússia.

Através desta análise, pode-se chegar à seguinte conclusão quanto à idade do Grupo Passa Dois: A Formação Irati, Permiano Médio (Ufimskiano ao Kazaniano); a Formação Estrada Nova, Permiano Superior (Kazaniano e Tartariano Inferior) e a Formação Rio do Rasto, Permiano Superior (Tartariano Inferior).

PARTE II

A — NOMENCLATURA E PROBLEMAS DE SISTEMÁTICA

A realização do estudo de uma determinada ichtiofauna, baseada em restos como ichtiodontes, ichtiodorulitos e escamas, importa em um conhecimento geral dos tipos de morfologia externa e histologia, que podem ser encontrados nos diversos grupos de peixes. Em muitos casos, através destes restos, pode-se chegar à definição de gêneros e espécies, mas em outros, principalmente quando envolve formas mais evoluídas, é necessário o conhecimento e análise de um maior número de elementos da estrutura do peixe, como seu esqueleto, elementos ósseos craniais ou a forma de seu corpo.

O grupo dos Elasmobranchiomorphi compreende geralmente ichtiodontes muito característicos em sua morfologia externa e interna, o que permitiu uma classificação mais precisa. Entretanto, grande parte destes restos de peixes foram descritos na Europa e América do Norte nos finais do século passado e início deste. E, em consequência, o tipo de descrição feitas, é, às vezes, pouco preciso em sua linguagem científica e, nem sempre, acompanhado de ilustrações claras. Por esse motivo, encontra-se ao final deste item um índice de nomenclatura que abrange todos os termos aqui utilizados para fins descritivos.

O grupo dos Paleoniscida, por outro lado, compreende peixes de grande ocorrência no Paleozóico Superior e largamente estudados, porém com base em toda ou quase toda morfologia externa de seu corpo ou dos elementos craniais, embora muitas espécies tenham sido criadas com base em escamas. Já seus dentes não se prestam tanto para este tipo de estudo como os Elasmobranchiomorphi. Tem a forma em geral cônica, mais ou menos alongada e pontiguada, com uma espécie de capucho apical, que é reflexo da mudança do tipo de dentina nesta extremidade. Sua histologia é semelhante nos vários gêneros. Por esse motivo procurou-se agrupá-los na categoria taxonômica de sub-ordem, sem entrar em

denominações específicas ou mesmo genéricas. Partiu-se então para a análise de suas variações na morfologia externa, reunindo-os segundo determinados padrões morfológicos, através de uma sistemática artificial. Com esta finalidade propõe-se a chave de classificação morfológica apresentada na p. 54

Na figura 8, estão representados esquemas de 3 formas consideradas básicas: Ichtiodonte reto, curvo e sigmoidal.

Encontrou-se, segundo a chave morfológica, 7 tipos diferentes de ichtiodontes; após a realização de vários cortes para estudo histológico, todos, invariavelmente, correspondem à estrutura interna característica do grupo.

Esta classificação, que nada mais é do que uma parataxa, acredita-se que seja válida e prática para um emprego estratigráfico.

O ichtiodorulito encontrado na Formação Estrada Nova não pode receber designação específica, pois, apesar dos mesmos possuírem formas muito distintas, encontrou-se apenas fragmentos, geralmente muito desgastados. De qualquer modo, assim como as escamas, representam mais um elemento a caracterizar o conteúdo tafoichtiofaunístico da Formação Estrada Nova.

1. ÍNDICE DE NOMENCLATURA

Apresenta-se uma relação de termos gerais e daqueles aqui utilizados na descrição dos ichtiodontes e ichtiodorulitos, procurando-se definir as estruturas pelo que representam morfológicamente, sem se preocupar com problemas de constituição, função ou gênese. Para tanto foram traduzidos alguns termos da nomenclatura inglesa, com seus conceitos, como também são propostos alguns novos, necessários à clareza das descrições.

Figura 8 — Formas básicas de ichtiodontes: a) ichtiodonte reto; b) ichtiodonte curvo; c) ichtiodonte sigmoidal.

Base ou região basal — zona do dente que serve para sua fixação na maxila, com função análoga à raiz dos dentes de mamíferos, diferindo destes pela ausência de um verdadeiro canal de raiz e pela falta da camada de cimento recobrindo externamente a dentina (Est. XII, fig. 1C-e; Est. VIII, fig. 2B-c).

Borda — zona limite entre as faces ou lados da coroa e base do dente. (Est. IX, fig. 2A-c).

Botão apical — projeção, de forma geralmente arredondada ou ovalada, situada no lado superior ou lingual da base do dente, que parece auxiliar na articulação entre dentes adjacentes de fileiras verticais,

onde o botão apical de um serve de apoio ao tubérculo basal do que lhe é posterior. Característico de dentes da família *Xenacanthidae* (Est. IX, fig. 1B e C-a).

Canal medular — cavidade relativamente ampla, de posição centralizada, rica em tecido com vasos e nervos para nutrição e sensibilidade dos tecidos vivos, e/ou preenchida por cartilagem (nos ichtiodontulitos), de onde podem partir outros canais ou túbulos para a dentina circundante. (Est. XV, fig. 6-g).

Capucho apical — região apical do dente com aspecto externo de um capucho, mais claro e hialino que o restante da cúspide, e reflexo da mudança da composição e

estrutura da dentina (dentina modificada) nesta zona. (Est. XIV, fig. 3A e 4-g).

Carena — pequena moldura acompanhando a margem lateral da cúspide, podendo ser lisa ou apresentar ornamentações, como crenulações. (Est. X, fig. 6C e D-b).

Cavidade pulpar — cavidade central do dente preenchida por tecido rico em vasos e nervos, formando um canal quase sempre mais alargado na base e estreitando-se nas cúspides, atingindo ou não a extremidade das mesmas (Est. XIV, fig. 4-d; Est. XV, fig. 3-d).

Cintura — zona situada entre a coroa e a base do dente, circundando-o na forma de um sulco ou faixa estreita, com os bordos levemente salientes (Est. XII, fig. 1E-c).

Cone — forma que pode assumir a coroa quando baixa e obtusa, podendo ocorrer em número de um ou mais (Est. XII, fig. 10-a).

Coroa — região exposta do dente que assume diferentes formas, conforme o hábito alimentar (Est. XII, fig. 1A e C-d).

Costela — pequena projeção ou saliência afilada na superfície externa do dente ou do ichtiodorulito, conforme o próprio significado do termo, podendo ser longas ou curtas, esparsas ou dispostas contiguamente de maneira repetida, cobrindo a superfície da coroa. (Est. II, fig. 3A-a; Est. X, fig. 5A-d).

Cúspide — forma assumida pela coroa quando cônica, relativamente alongada e pontiaguda. (Est. VIII, fig. 2A-a).

Cúspule — cúspide de tamanho pequeno, definida em função da existência de uma ou mais cúspides principais de tamanho maior (Est. VIII, fig. 2A-b).

Dentina modificada — dentina com uma composição e orientação diferente dos cristais em relação à ortodentina, formando uma espécie de cone ou capucho acima desta, na extremidade apical do dente, podendo apresentar túbulos de dentina, geralmente curvos ou com disposição irregular. Característica de peixes ganóides e teleósteos (Est. XIV, fig. 5-b).

Dentina trabecular — tipo de dentina que forma em seu espaço interno um padrão em forma de rede irregular pela intensa ramificação de canais e tubos espessos que a atravessam. Forma geralmente a base dos dentes ou o tecido principal dos ichtiodo-

rulitos. Característica comum nos Elasmobranchiomorphi, ocorrendo, eventualmente, nos teleósteos. (Est. XV, fig. 4 e 5-b).

Dentina tubular — dentina cujo espaço interno é atravessado por inúmeros canais, as tubulações de dentina, dispostos vertical e paralelamente, podendo apresentar pequenas ramificações. Característica dos Elasmobranchiomorphi e Holostei.

Esmalte — substância dura que forma a camada mais externa do dente, reconhecida como tal pela sua posição topográfica, pela direção de aposição (em ângulo reto com a superfície de ortodentina) e pela sua estrutura e birrefringência em seção delgada (Est. XIV, fig. 1-2-3B-c).

Estria — ranhura ou fino sulco na superfície do dente (Est. X, fig. 1C-c).

Foramen ou foramen nutritivo — pequeno orifício situado no lado inferior da base dos dentes de Elasmobranchiomorphi, servindo à passagem de vasos para a nutrição do tecido vivo. (Est. IX, fig. 2C-d).

Ichtiodontite — denominação utilizada para dentes de peixes, quando de sua ocorrência como peças isoladas (Est. I-XI e XII-1).

Ichtiodorulito — denominação utilizada para espinhos cefálicos ou de nadadeiras de elasmobrânquios, quando ocorrem como peças isoladas (Est. XII, fig. 2).

Linhas de ortodentina — marcas deixadas pela aposição de novas camadas de dentina, na face interna de dentina já formada. Podem ser observadas em cortes transversais e longitudinais das cúspides, onde aparecem como zonas de crescimento, paralelas à superfície do dente (Est. XIV, fig. 4-5-f; Est. XV, fig. 1-2f).

Margem — zona de limite da coroa, cúspide ou base de um dente que apresenta certa compressão lateral ou que forma, em determinado ponto, uma superfície mais aguda, podendo, (neste último caso), aplicar-se este termo também para os ichtiodorulitos (Est. X, fig. 4C-a).

Multicúspide — dente com a coroa formada por duas ou mais cúspides (Est. VIII, fig. 1A).

Ortodentina — substância resistente que forma a massa principal do dente, estando sempre presente, mesmo no caso de desenvolvimento posterior de outro tipo de dentina. Envolve a cavidade pulpar e é

atravessada pelas tubulações de dentina (Est. XIV, fig. 1-2-a; Est. XV, fig. 3-a)

Plicidentina — dentina que ocorre na região basal do dente, ou até sua metade inferior. É radialmente pregueada em torno da cavidade pulpar, envolvendo até certo ponto a camada de esmalte, sendo que este aumento da complexidade nas dobras forma uma estrutura labiríntica. Ocorre em Holósteos e Teleósteos.

Sub-cone — cone de tamanho pequeno definido em função da existência de um ou mais cones principais; em número variável na coroa (Est. XII, fig. 1D-b),

Sulco — zona mais profunda na superfície do dente ou formada pela presença de duas costelas contíguas (Est. II, fig. 3B-b).

Tubérculo basal — projeção de forma geralmente arredondada ou ovalada no lado labial e inferior da base do dente, com

função de articulação entre dentes vizinhos de fileiras verticais. Característico de dentes da família *Xenacanthidae*. Ver *Botão apical*; (Est. IX, fig. 1D e C-b)

Tubulações de dentina — pequenos canais que partem da cavidade pulpar e atravessam a ortodentina. Podem ser intensamente ramificados, principalmente na zona mais próxima à superfície do dente, sendo que as ramificações laterais podem se anastomosar com os túbulos vizinhos que correm paralelos (Est. XIV, fig. 1 e 3B-e; Est. XV, fig. 2-3-6-e).

Unicúspide — dente com coroa formada por apenas uma cúspide (Est. I-VII).

Vitrodentina — camada mais externa do dente com aspecto vítreo e hialino, contendo poucos ou nenhum túbulo de dentina. É referida por alguns autores como "esmalte". Característica dos Elasmobranchiomorphi (Est. XV, fig. 1 e 3-c).

2. CHAVE DE CLASSIFICAÇÃO MORFOLÓGICA

1. Reto

- 1.1 Liso
- 1.2 Costelado
 - 1.2.1 Holocostelado
 - 1.2.2 Hemicostelado
 - 1.2.2.1 Labial ampliandulado
 - 1.2.2.2 Labial estrictondulado

2. Curvo

- 2.1 Liso
- 2.2 Costelado
 - 2.2.1 Hemicostelado
 - 2.2.1.1 Labial lisa
 - 2.2.1.2 Uma lateral lisa
- 2.3 Rugoso

3. Sigmoidal

- 3.1 Liso
- 3.2 Costelado
 - 3.2.1 Holocostelado
 - 3.2.2 Hemiscostelado
 - 3.2.2.1 Labial lisa
 - 3.2.2.2 Labial ondulada

B – CLASSIFICAÇÃO ARTIFICIAL

Ichtiodonte A
Est.I, fig.1-4; Est.XIV, fig.2

Hypotypus: MP– UFRGS–MP–M–43

Plesiotypi: MP–UFRGS–MP–M–44; MP–M–45 # MP–M–46 e MP–M–47

Locus typicus: Caveiras, Município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brasil.

Stratum typicum: Fácies Caveiras, Formação Estrada Nova, Grupo Passa Dois. Permiano Superior.

Diagnose: Ichtiodonte cônico e reto, com superfície lisa.

Descrição: Ichtiodonte de aspecto geral cônico e forma reta. Pouco comprimido lateralmente (Est. I, fig. 1B). Relativamente grande e robusto, medindo 4,8mm de altura. A largura de sua base representa a metade de seu comprimento. A superfície é completamente lisa. Base reta. Na extremidade superior apresenta um capucho formando um ápice agudo. Este tem um aspecto hialino ou mais claro, reflexo da mudança do tipo de dentina nesta região do dente (Est. I, fig. 1).

Nos cortes histológicos realizados pode-se observar a ortodentina, que forma a principal substância constituinte do dente; a dentina modificada, que situa-se apicalmente formando o capucho, e a capa de esmalte que recobre externamente a superfície do dente, além de outras estruturas como a cavidade pulpar e as tubulações de dentina. As ilustrações das seções dos ichtiodontes foram feitas à luz polarizada, aparecendo em cores diferentes os elementos constituintes dos mesmos. Todas essas estruturas encontram-se, de maneira semelhante, nos tipos subseqüentes de ichtiodontes.

Descrição dos cortes:

Seção transversal- Plesiótipo MP-M-47

No centro aparece uma cavidade pulpar bem desenvolvida, rodeada por várias camadas concêntricas de ortodentina, à semelhan-

ça do que se observa na Est.XIV, fig.3B. Tubulações muito finas de dentina partem desta cavidade e estendem-se até junto à capa de esmalte, que recobre externamente o ichtiodonte. Na fig.3B, acima referida, a camada de esmalte aparece em cor amarela.

Seção longitudinal- Plesiótipo MP-M-44.
Est.XIV, fig.2

Na parte mediana ergue-se a cavidade pulpar até a região apical do dente, próximo à zona do capucho. O canal é largo na base e afila-se distalmente. Pode-se observar, em maior aumento, partindo dele, as delicadas tubulações de dentina que ramificam-se frequentemente de maneira dicotômica. Os túbulos atravessam toda camada de ortodentina e alcançam a região do esmalte, que aparece em cor amarela. Esta última capa é estreita e não apresenta tubulações de dentina. Na região superior aparece um capucho bem desenvolvido, mais hialino, também sem túbulos de dentina, formado de dentina modificada. Na ortodentina aparecem várias linhas longitudinais e paralelas que representam etapas de crescimento, evidenciando as várias camadas que foram se depositando, concentricamente, ao redor da cavidade pulpar. Esta estrutura encontra-se mais nítida nas figs. 4 e 5.

Observações: Os ichtiodontes enquadrados, através da chave de classificação morfológica,

no tipo reto e liso podem apresentar algumas variações em sua forma e na proporção de suas dimensões.

Observe-se os seguintes plesiótípos:

Plesiótípo MP—M—44. Est. I, fig. 2

Ichtiodonte reto e liso, com capucho apical agudo e mais alongado em relação ao hipótípo MP—M—43. Sua altura correspondente a 2,2 vezes a largura de sua base.

Plesiótípo MP—M—45. Est. I, fig. 3

Ichtiodonte reto e liso, com capucho apical de extremidade arredondada. Sua altura corresponde a 1,8 vezes a largura da base, que é inclinada lateralmente.

Plesiótípo MP—M—46. Est. I, fig. 4

Ichtiodonte reto e liso, com capucho apical bastante alongado. Sua altura corres-

ponde a 2,3 vezes a largura da base, que é inclinada na direção lábio-lingual.

Dimensões:

Hipótípo: MP—M—43. Alt.: 4,8mm, Larg.: 3,1mm

Plesiótípos: MP—M—44. Alt.: 2,8mm, Larg.: 1,6mm

MP—M—45. Alt.: 2,5mm, Larg.: 1,7mm

MP—M—46. Alt.: 2,1mm, Larg.: 1,1mm

MP—M—47. Alt.: 4,5mm, Larg.: 2,7mm

Ocorrência: Localidade de Caveiras, Município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brasil. Afloramento km 258, BR-293, Fácies Caveiras, Formação Estrada Nova, Grupo Passa Dois, Permiano Superior.

Ichtiodonte B

Est. II, fig.1—3; Est. III, fig.1; Est. XIV, fig.3A—3B

Hypotypus: MP—UFRGS—MP—M—48

Plesiotypi: MP—UFRGS—MP—M—49; MP—M—50; MP—M—51

Locus typicus: Caveiras, Município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brasil.

Stratum typicum: Fácies Caveiras, Formação Estrada Nova, Grupo Passa Dois, Permiano Superior.

Diagnose: Ichtiodonte cônico e reto, com a superfície holo ou hemicostelada, podendo, neste último caso, apresentar a face labial ampliandulada ou estrictondulada.

Descrição: Ichtiodonte de aspecto cônico, reto e com pequena compressão lateral (Est. II, fig. 1B). Superfície holocostelada, com costelas bem pronunciadas, estreitas, formando um plissado nas faces lingual e laterais. Na face labial tornam-se pouco mais largas. Estendem-se da base da cúspide até próximo à região do capucho, tornando-se cada vez mais suaves, até imperceptíveis. O capucho é alongado e levemente agudo. A base é reta. Sua altura, 3,4mm, representa 2 vezes a largura de sua base (Est. I, fig. 1).

Os cortes histológicos foram realizados no plesiótípo MP—M—49, que, tanto na seção longitudinal como transversal, mostra a mesma estrutura interna já evidenciada nos cortes do Ichtiodonte A. No corte transversal (fig. 3B) a única variação encontrada é a presença de costelas e ondulações na camada mais externa de ortodentina e no esmalte, respectivamente, nas faces lingual e labial, o que é característico desse grupo. (Est. XIV, fig.3A, 3B) No corte longitudinal (fig. 3A) o capucho mostra-se mais arredondado supe-

riormente, provavelmente por um processo secundário de desgaste.

Observações: Segundo a chave morfológica adotada neste trabalho, no *Ichtiodonte B* podemos encontrar as seguintes variações:

Plesiótipo: MP—M—49. Est. II, fig. 2

Ichtiodonte reto, hemicostelado, face labial estrictondulada. Pouco comprimido lateralmente. Base pouco inclinada em direção lábio-lingual. Capucho com o ápice curto e arredondado, provavelmente por desgaste. Mede 4,3mm, o que corresponde a 1,8 vezes a largura de sua base.

Plesiótipo MP—M—50. Est. II, fig. 3

Ichtiodonte reto, hemicostelado, face labial estrictondulada. Base reta, um pouco côncava e larga, devendo corresponder à metade da altura do dente, que seria em torno de 5mm.

Plesiótipo MP—M—51. Est. III, fig. 1

Ichtiodonte reto, hemicostelado, face labial ampliondulada. Extremidade apical arre-

dondada por desgaste, estando a região do capucho pouco visível. Base inclinada com relação aos lados lingual e labial. Altura correspondendo a 2,4 vezes a largura da base.

Dimensões:

Hipótipo: MP—M—48. Alt.: 3,4mm, Larg.: 2,2mm

Plesiótipes: MP—M—49. Alt.: 4,3mm, Larg.: 3,1mm

MP—M—50. Alt.: 4,5mm, Larg.: 3,2mm

MP—M—51. Alt.: 5,6mm, Larg.: 3,2mm

Ocorrência: Afloramento situado no km 258 da rodovia BR—293, junto ao entroncamento dessa com a estrada que se dirige para a cidade de Rosário do Sul, na localidade de Caveiras, Município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brasil. Fácies Caveiras, Formação Estrada Nova, Grupo Passa Dois. Permiano Superior.

Ichtiodonte C

Est. IV, fig. 1—6; Est. XIV, fig. 1

Hypotypus: MP—UFRGS—MP—M—52

Plesiotypi: MP—UFRGS—MP—M—53; MP—M—54; MP—M—55; MP—M—56; MP—M—57.

Locus typicus: Caveiras, Município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brasil.

Stratum typicum: Fácies Caveiras, Formação Estrada Nova, Grupo Passa Dois. Permiano Superior

Diagnose: *Ichtiodonte* cônico e curvo, com superfície lisa.

Descrição: *Ichtiodonte* de aspecto cônico, forma curva e superfície completamente lisa. Capucho apical alongado, extremidade aguda, podendo-se observar, em vista lateral, uma leve concavidade na face lingual. A base é reta. A altura do dente corresponde a 2,6 vezes a largura da base (Est. 4, fig. 1).

Em cortes histológicos a morfologia interna é a mesma já descrita nas seções de *ichtiodontes* do tipo A, sendo feito o corte longitudinal no plesiótipo MP—M—54 (Est. XIV, fig. 1) e o transversal no MP—M—57

No corte longitudinal pode-se verificar, com nitidez, a delgada camada de esmalte,

porém isto é causado pela perda da dentina modificada, que forma o ápice da cúspide. A saliência observada é formada pela ortodentina. Base inclinada, com relação às faces lábio-lingual, e levemente côncava. A altura da cúspide corresponde à metade da largura da base.

Não foi realizado nenhum corte histológico por contar-se com apenas um espécimen, acrescentando-se o fato de que a estrutura interna dos Palaeoniscida apresenta, invariavelmente, os mesmos elementos já representados na Est. XIV.

Dimensões:

Hipótipo MP—M—61. Alt.: 4,4mm, Larg.: 2,8mm

Ocorrência: Afloramento situado no km 258 da rodovia BR-293, junto ao entroncamento dessa com a estrada que se dirige para a cidade de Rosário do Sul, localidade de Caveiras, Município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brasil. Fácies Caveiras, Formação Estrada Nova, Grupo Passa Dois. Permiano Superior.

Ichtiodonte F

Est. V, fig. 1-10

Hypotypus: MP—UFRGS—MP—M—62

Plesiotypi: MP—UFRGS—MP—M—63; MP—M—64; MP—M—65; MP—M—66; MP—M—67; MP—M—68; MP—M—69; MP—M—70; MP—M—71

Locus typicus: Caveiras, Município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brasil

Stratum typicum: Fácies Caveiras, Formação Estrada Nova, Grupo Passa Dois. Permiano Superior.

Diagnose: Ichtiodonte sigmoidal, com superfície lisa.

Descrição: Ichtiodonte de aspecto geral cônico, forma sigmoidal e superfície completamente lisa. Capucho apical alongado e agudo. Base reta e um pouco côncava. Relativamente longo, apresentando uma altura 3,0 vezes maior que a largura da base (Est. V, fig. 1).

Os cortes histológicos foram realizados nos plesiótipos MP—M—63 e MP—M—66, sendo o primeiro utilizado para uma seção transversal e o segundo para longitudinal. As estruturas internas correspondem às mesmas descritas para o ichtiodonte A.

Observações: As variações apresentadas neste grupo se referem ao grau de sigmoidalismo, comprimento das cúspides e relação altura-largura da base. Observe-se os seguintes espécimens:

Plesiótipos MP—M—63, MP—M—64, MP—M—65 e MP—M—66. Est. V, fig. 2-5.

Ichtiodontes alongados, forma sigmoidal, superfície lisa, guardando uma relação entre a altura e largura de sua base entre 2,8 a 2,9. A única exceção é o plesiótipo MP—M—63, cuja relação é de 2,5.

Plesiótipos MP—M—67, MP—M—68, MP—M—69, MP—M—70 e MP—M—71. Est. V. Fig. 6-10.

Ichtiodontes alongados, sigmoidais, com superfície lisa. Apresentam uma relação entre a altura e largura da base da ordem de 3,0 a 4,1 vezes.

Estabelecendo uma comparação entre os dois grupos de plesiótipos pode-se distinguir dois tipos de dentes sigmoidais pelo seu tamanho e, secundariamente, pela proporção entre altura e largura da base. O segundo grupo de plesiótipos tem aproximadamente a metade do tamanho do primeiro. Provavelmente este fato tenha relação com o arranjo dos dentes na mandíbula, uma vez que muitos Palaeoniscida possuem, alternadamente dispostos, um dente longo e um curto.

Outra observação que ainda pode ser feita com relação aos Ichtiodontes curvos *C* e *D*, e os Ichtiodontes sigmoidais, é que geralmente estes últimos apresentam-se mais alongados, com uma proporção maior entre a altura e a largura da base.

Dimensões:

Hipótipo MP—M—62. Alt.: 4,0mm, Larg.: 1,8mm

Plesiотipos MP—M—63. Alt.: 3,7mm, Larg.: 1,9mm
 MP—M—64. Alt.: 4,0mm, Larg.: 1,8mm
 MP—M—65. Alt.: 3,6mm, Larg.: 1,6mm
 MP—M—66. Alt.: 3,8mm, Larg.: 1,6mm
 MP—M—67. Alt.: 2,5mm, Larg.: 1,0mm
 MP—M—68. Alt.: 2,0mm, Larg.: 0,8mm
 MP—M—69. Alt.: 2,0mm, Larg.: 0,6mm

MP—M—70. Alt.: 1,9mm, Larg.: 0,6mm
 MP—M—71. Alt.: 1,8mm, Larg.: 0,8mm

Ocorrência: Afloramento situado no km 258 da rodovia BR-293, junto ao entroncamento dessa com a estrada que se dirige para a cidade de Rosário do Sul, na localidade de Caveiras, Município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brasil. Fácies Caveiras, Estrada Nova, Grupo Passa Dois. Permiano Superior.

Ichtiодonte G

Est.V, fig.11—12; Est.VI, fig.1—3; Est.VIII, fig. 1—3, Est.XIV, fig. 4—5

Hypotypus: MP—UFRGS—MP—M—72

Plesiотipi: MP—UFRGS—MP—M—73, MP—M—74, MP—M—75, MP—M—76, MP—77, MP—M—78, MP—M—79.

Locus typicus: Caveiras, Município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brasil.

Stratum typicum: Fácies Caveiras, Formação Estrada Nova, Grupo Passa Dois, Permiano Superior.

Diagnose: Ichtiодonte sigmoidal, holocostelado ou hemicostelado, podendo neste último caso apresentar a face labial lisa ou ondulada.

Descrição: Ichtiодonte de aspecto cônico, forma sigmoidal, holocostelado. As costelas, nas faces lingual e laterais, prolongam-se desde a base até próximo a região do capucho apical; na face labial iniciam a 3/4 do comprimento da cúspide. O capucho tem seu ápice relativamente arredondado. A base do dente é inclinada lateralmente. Mede 3,8mm de altura, que corresponde a 2,0 vezes a largura da base (Est. VII, fig. 1)

Os cortes histológicos para estudo de morfologia interna foram realizados nos plesiотipos MP—M—79, (Est. XIV, fig. 4), MP—M—77, (Est. XIV, fig. 5). Pode ser observada, neste cortes, a mesma estrutura básica já descrita anteriormente em Ichtiодonte A. Na fig. 4 pode-se observar com clareza a cavidade pulpar (d) e as tubulações de dentina que partem em direção às extremidades. Na fig. 5 se destaca claramente o capucho apical, em cor branca com tons rosa, azul e amarelo, enquanto a ortodentina aparece em cor amare-

lada. Nas seções longitudinais de ambos são nítidas as linhas de crescimento de ortodentina.

Observações: Enquadrados dentro de Ichtiодonte G, segundo a chave de classificação morfológica, encontram-se dentes holocostelados, hemicostelados, com face labial ondulada e com face labial lisa. Segue a descrição destes tipos:

Plesiотipo MP—M—73. Est. VII, fig. 2

Ichtiодonte levemente sigmoidal, holocostelado. As costelas são bem marcadas e estreitas nas faces lingual e laterais, tornando-se mais largas na face labial. Da mesma forma que no hipótipo estendem-se da base até próximo à região do capucho, iniciando um pouco mais acima, na face labial. Capucho alongado e de ápice agudo. Sua altura corresponde a 1,8 vezes a largura da base.

Plesiотipo MP—M—74. Est. VII, fig. 3

em azul, recobrimdo a ortodentina, em rosa violeta e amarelo. Também são nítidas as tubulações de dentina, que superiormente atingem até a base da zona do capucho. A cavidade pulpar já está pouco visível, centralmente, devido a altura do desgaste realizado no ichtiodonte.

Observações: Os ichtiodontes, classificados em curvos e lisos, apresentam variações geralmente no grau de sua curvatura e na relação entre largura e altura da cúspide. Observe-se os seguintes plesiótípos:

Plesiótípo MP—M—53. Est. IV, fig. 2

Ichtiódonte curvo e liso; pouco comprimido lateralmente, levemente curvo, base reta, capucho alongado. A relação entre a altura e largura de sua base é de 2,6 vezes.

Plesiótípo MP—M—54. Est. IV, fig. 3

Ichtiódonte curvo e liso. Muito pouco comprimido lateralmente e levemente curvo. A altura do espécimen corresponde a 2,9 vezes a largura do mesmo.

Plesiótípo MP—M—55. Est. IV, fig. 5

Ichtiódonte curvo e liso. Apresenta na região mediana da cúspide uma pequena constrição, mostrando, neste local, sua superfície um pouco enrugada. Provavelmente trata-se de um problema relativo ao crescimento do dente, não representando nenhuma variável de tipo morfológico. Altura correspondendo a 2,1 vezes a largura da base.

Plesiótípo MP—M—56. Est. IV, fig. 6

Ichtiódonte fortemente curvo e liso. Observado pelo lado lingual mostra uma inclinação para a esquerda (Est. IV, fig. 6B). Base inclinada lateralmente. Capucho alongado. A altura da cúspide corresponde a 3,0 vezes a largura da base.

Plesiótípo MP—M—57. Est. IV, fig. 4

Ichtiódonte curvo e liso. Pouco comprimido lateralmente. Altura da cúspide correspondendo a 2,1 vezes a largura da base, que é reta.

Dimensões:

Hipótípo: MP—M—52. Alt.: 3,7mm,
Larg.: 1,9mm
Plesiótípos: MP—M—53. Alt.: 3,7mm,
Larg.: 1,9mm
MP—M—54. Alt.: 3,4mm,
Larg.: 1,9mm
MP—M—55. Alt.: 4,4mm,
Larg.: 1,6mm
MP—M—56. Alt.: 2,7mm,
Larg.: 2,6mm
MP—M—57. Alt.: 2,8mm,
Larg.: 1,2mm

Ocorrência: Afloramento no km 258 da rodovia BR-293, junto ao entroncamento dessa com a estrada que se dirige para a cidade de Rosário do Sul, na localidade de Caveiras, Município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brasil. Fácies Caveiras, Formação Estrada Nova, Grupo Passa Dois, Permiano Superior.

Ichtiódonte D

Est. IV, fig. 7—9

Hypotypus: MP—UFRGS—MP—M—58

Plesiotypi: MP—UFRGS—MP—M—59; MP—M—60; MP—M—99.

Locus typicus: Caveiras, Município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brasil.

Stratum typicum: Fácies Caveiras, Formação Estrada Nova, Grupo Passa Dois. Permiano Superior.

Diagnose: Ichtiódonte curvo, hemicostelado, com a superfície da face labial ou uma das faces laterais lisa.

Descrição: Ichtiodonte curvo, hemicostelado com uma das faces laterais, provavelmente a esquerda, apresentando costelas bem características, que se estendem desde a região basal de cúspide até próximo à zona do capucho, tornando-se cada vez mais fracas e imperceptíveis. As costelas prolongam-se tenuemente pelas faces lingual e labial. O capucho é alongado e a base do dente reta. A altura da cúspide é de 3,7mm, correspondendo a 2,1 vezes a largura da base. Est. IV, fig. 7.

Os cortes histológicos, neste tipo de dentes, evidenciam estrutura interna semelhante à descrita para os Ichtiodontes A. O corte longitudinal foi realizado no plesiótipo MP—M—60 e o transversal no plesiótipo MP—M—99.

Observações: Neste grupo de ichtiodontes, são evidentes as variações existentes na localização das costelas nas cúspides, certamente relacionada com a posição do dente na mandíbula do peixe, como pode-se verificar nos seguintes plesiótipos:

Plesiótipo MP—M—59. Est. IV, fig. 8

Ichtiodonte curvo, hemicostelado, com uma face lateral lisa. A face lateral oposta mostra costelas bem marcadas, que se estendem nas faces lingual (Est. IV, fig. 8B) e labial (fig. 8C). Dente lateralmente comprimido, base inclinada lateralmente, capucho de extremidade arredondada. A altura do dente correspondente a 2,3 vezes a largura da base da cúspide.

Tanto o hipótipo como este plesiótipo apresentam costelas melhor desenvolvidas em uma das faces laterais, enquanto a outra é lisa. Geralmente as costelas situam-se no lado côncavo dos dentes, isto é, na sua face lingual.

Explica-se este fato considerando que esses dentes tenham tido uma posição lateral na mandíbula, ficando a face mais larga e costelada voltada para dentro da boca, tornando-se, desta forma, a verdadeira face lingual. Considerando-se, ainda, que a face côncava está sempre dirigida para a região posterior da maxila e as costelas para o lado lingual, podemos distinguir os ichtiodontes do lado direito ou esquerdo. Provavelmente, o hipótipo MP—M—58 corresponda a um dente lateral esquerdo e o plesiótipo MP—M—59, a um lateral direito.

Plesiótipo MP—M—60. Est. IV, fig. 9

Ichtiodonte curvo, hemicostelado, com a face labial lisa. Costelas não muito pronunciadas, mas evidentes nas faces lingual e laterais. Base levemente côncava e inclinada, com relação às faces lábio-lingual. Altura correspondente a 2,3 vezes a largura da base. Capucho alongado e agudo.

Dimensões:

Hipótipo MP—M—58. Alt.: 3,7mm,

Larg.: 2,4mm

Plesiótipos: MP—M—59. Alt.: 3,1mm,

Larg.: 1,8mm

MP—M—60. Alt.: 2,5mm,

Larg.: 1,4mm

Ocorrência: Afloramento situado no km 258 da rodovia BR-293, junto ao entroncamento dessa com a estrada que se dirige para a cidade de Rosário do Sul, na localidade de Caveiras, Município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brasil. Fácies Caveiras, Formação Estrada Nova, Grupo Passa Dois. Permiano Superior.

Ichtiodonte E

Est. III, fig. 2

Hypotypus: MP—UFRGS—MP—M—61

Locus typicus: Caveiras, Município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brasil.

Stratum typicum: Fácies Caveiras, Formação Estrada Nova, Grupo Passa Dois. Permiano Superior.

Diagnose: Ichtiodonte curvo, com superfície rugosa.

Descrição: Ichtiodonte de aspecto cônico, forma curva e superfície marcada por costelas curtas e delicadas, dispostas, descontinua-

mente, em todas as faces. Na extremidade superior tem-se a impressão que o capucho apresenta, na sua base, um anel saliente,

Ichtiодonte fortemente sigmoidal, hemicostelado, com a face labial ondulada. As costelas da face lingual são bem marcadas por sulcos fundos e chegam bem próximas da zona do capucho. Lateralmente são bem evidentes, mas menos fundos, para tornarem-se apenas leves ondulações na face labial. Capucho de extremidade relativamente arredondada e curto. A base, observando o dente em vista lateral (fig. 3B), mostra-se, na parte central, mais proeminente. A cúspide mede 5,0mm de altura, o que corresponde a 2,5 vezes a largura de sua base.

Plesiотipo MP—M—75. Est. V, fig. 11.

Ichtiодonte sigmoidal, hemicostelado, com a face labial lisa. As costelas são mais pronunciadas na face lingual, tornando-se mais tênues lateralmente. Capucho de extremidade aguda, base larga, inclinada em relação às faces lábio-lingual. Corresponde a 1,8 vezes a altura da cúspide com relação à largura da base.

Plesiотipo MP—M—76. Est. V, fig. 12

Ichtiодonte sigmoidal, hemicostelado, com a face labial lisa. Na face lingual apresenta costelas bem pronunciadas e sulcos fundos, ambos aumentando sua largura e formando ondulações na superfície lateral e labial da cúspide. Capucho relativamente agudo. Base levemente côncava. Altura da cúspide correspondendo a 2,5 vezes a largura da base.

Plesiотipo MP—M—77. Est. VI, fig. 1; Est. XIV, fig. 5

Ichtiодonte sigmoidal, hemicostelado, com a face labial lisa. Na face lingual apresenta costelas largas, bem características, e sulcos rasos que se estendem até a metade das laterais. Ápice arredondado, capucho apical curto, provavelmente devido à ação de desgaste. Em vista lateral observa-se a face labial erguendo-se reta. Base reta. A altura da cúspide corresponde a 2,3 vezes a largura da base.

Plesiотipo MP—M—78. Est. VI, fig. 2

Ichtiодonte sigmoidal hemicostelado, face labial lisa. As costelas são estreitas na face lingual, tornando-se mais amplas nas laterais.

Na face lingual nota-se um leve sulco na região mediana de cada costela, causado por desgaste das mesmas. Base inclinada lateralmente. Capucho apical agudo. A altura da cúspide é 2,3 vezes maior que a largura da base.

Plesiотipo MP—M—79. Est. VI, fig. 3; Est. XIV, fig. 4

Ichtiодonte sigmoidal, hemicostelado, face labial lisa. Em vista lingual inclina-se para o lado direito. Costelas bem desenvolvidas na face lingual e laterais, onde tornam-se mais suaves até desaparecerem. Capucho apical arredondado. Base inclinada lateralmente. A altura da cúspide corresponde a metade da largura da base.

Dimensões

Hipótipo:	MP—M—72.	Alt.: 3,8mm,	Larg.: 2,4mm
Plesiотipos:	MP—M—73.	Alt.: 4,2mm,	Larg.: 3,0mm
	MP—M—74.	Alt.: 5,0mm,	Larg.: 2,8mm
	MP—M—75.	Alt.: 2,9mm,	Larg.: 2,0mm
	MP—M—76.	Alt.: 3,3mm,	Larg.: 2,7mm
	MP—M—77.	Alt.: 6,3mm,	Larg.: 3,6mm
	MP—M—78.	Alt.: 4,6mm,	Larg.: 2,7mm
	MP—M—79.	Alt.: 4,1mm,	Larg.: 2,8mm

Ocorrência: Afloramento situado no km 258 da rodovia BR-293, junto ao entroncamento dessa com a estrada que se dirige para a cidade de Rosário do Sul, na localidade de Caveiras, Município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brasil. Fácies Caveiras, Formação Estrada Nova, Grupo Passa Dois. Permiano Superior.

C – SISTEMÁTICA NATURAL

Phylum.....	Piscis
Super-Classis.....	Gnathostomata
Classis.....	Elasmobranchiomorphi
Sub-Classis.....	Chondrichthyes
Infra-Classis.....	Elasmobranchii
Ordo.....	Xenacanthida
Familia.....	Xenacanthidae Fritsch, 1889

Genus *Xenacanthus* Beyrich, 1848

- Pleuracanthus*, Agassiz, L. "Rech. sur les Poissons Fossiles", 1837, vol. III, p. 66
Diplodus, Agassiz, L., 1843. "Poiss. Foss.," vol. III, p. 204
Orthacanthus, Agassiz, L., 1843, tom. cit., vol. III, p. 177, 330, pl. XLV., figs. 7-9
Triodus, Jordan, 1849. "Neues Jahrb.," p. 843
Compsacanthus Newberry, J. S., 1856. "Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia", p. 100.
Dittodus, Owen, R., 1867. "Trans. Odont. Soc.," vol. V., p. 325.
Aganodus, Owen, R., 1867, tom. cit., p. 359.
Ochlodus, Owen, R., 1867, tom. cit., p. 346.
Pternodus, Owen, R., 1867, tom. cit., p. 363.
Trinacodus, St. John and Worthen, 1875. "Palaenont. Illinois", vol. VI., p. 289
Lophacanthus, Stock, T., 1880. "Ann. Mag. Nat. Hist." séries 5, vol. V., p. 217.
Didymodus, Cope, E.D., 1883. "Proc. Acad. Nat. Sci. Philadelphia", p. 108.
Diacranodus, German, in Broili, F. 1904. Separat – Abdruck Neuen Jahrbuch river.
Geol. Palaeont. S. 467–484. Taf. XXIV–XXV.

Diagnose Genérica: (Segundo Davis, 1882) Dente formado por uma base larga, prolongada para tras, com duas cúspides principais situadas no lado labial, com forma circular mais ou menos comprimida, com ou sem bordas cortantes, algumas vezes com a superfície ornamentada com estrias ou costelas. As cúspides podem ser divergentes e apresentar uma leve curvatura sigmoidal para tras. Entre as duas cúspides laterais situa-se uma cúspide intermediária e, em certos casos, mais de uma, de tamanho menor. No lado lingual, atrás da cúspide intermediária, aparece uma proeminência denominada botão apical, cujo tamanho e forma variam, e que serve de apoio para a base do dente que sucede. No lado labial esta base apresenta um tubérculo basal de forma e tamanho variável. A superfície inferior da base apresenta-se mais ou menos aplainada ou côncava, geralmente com inúmeros poros denominados forams nutritivos. O dente apresenta variações em sua forma segundo a posição ocupada nas mandíbulas do animal.

Espécie Tipo- *Xenacanthus laevis* Agassiz, 1837

Comentário

O genero *Xenacanthus* foi criado por Beyrich (1848), mas foi descrito pela primeira vez por Agassiz (1837), ao descrever *Pleuracanthus laevis* Agassiz, um espinho cefálico de *Elasmobranchii* encontrado nos "Coal Shales of Dudley", Inglaterra.

Este elasmobrânquio foi poucas vezes encontrado relativamente completo, sendo mais comum encontrar-se partes de seu esqueleto, como alguns elementos do crânio, espinhos cefálicos e dentes. Os espinhos apresentam caracteres definidos para cada espécie, mas os dentes variam grandemente em sua forma, conforme a posição que ocupam nas mandíbulas do animal. Este fato criou várias confusões, pois estas peças isoladas, encontra-

das em vários locais na Europa, Rússia e América do Norte, deram oportunidade a que vários gêneros e espécies fossem descritas, baseadas em partes de uma mesma espécie.

Muitos destes casos foram já esclarecidos ao encontrar-se várias peças de uma mesma espécie reunidas, como por exemplo, uma mandíbula superior de *Xenacanthus laevis* Agassiz, encontrada em Low Main Coal Seam Newham, Inglaterra, onde pode-se observar dentes que representavam 3 gêneros diferentes de *Elasmobranchii*: *Orthocanthus*, *Pleuracanthus* e *Xenacanthus* (in Davis (1892), pl. LXVI).

Davis (1892) apresenta no trabalho "On the fossil fish-remains of the Coal Measures of the British Islands - Part I - "Pleuracanthidae", excelente comentário sobre este assunto (p. 705-23).

Xenacanthus santosi Würdig-Maciel, sp. nov.

Est. VIII, fig. 1-2; Est. IX, fig. 1-2; Est. X, fig. 1-6, Est. XV, fig. 1-4.

Derivatio nominis: Em homenagem ao Dr. Rubens da Silva Santos

Holotypus: MP-UFRGS-MP-M-80

Paratypi: MP-UFRGS-MP-M-81; MP-M-82; MP-M-83; MP-M-84; MP-M-85; MP-M-86; MP-M-87; MP-M-88; MP-M-89; MP-M-95; MP-M-96; MP-M-97.

Locus typicus: Caveiras, Município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brasil.

Stratum typicum: Fácies Caveiras, Formação Estrada Nova, Grupo Passa Dois. Permiano Superior.

Diagnose: Coroa formada por duas cúspides laterais, de tamanhos desiguais, e uma cúspide intermediária, pouco comprimidas lateralmente, com carenas lisas e simples em toda a borda. Superfície das faces labial e lingual, ou apenas lingual, apresentando costelas curtas a longas, às vezes bifurcadas. Observadas em vista labial, as cúspides erguem-se retas e levemente inclinadas para fora. Base arredondada a ovalada. Tubérculo basal mais largo que a base das cúspides laterais e com seu bordo inferior reto.

Descrição: Dente com a coroa formada por duas cúspides laterais e uma cúspide intermediária, todas situadas na margem labial da base, e um botão apical arredondado, ocupando quase um terço da mesma, na região lingual. As cúspides são pouco comprimidas lateralmente e apresentam em toda a borda uma carena lisa e simples. São levemente flexionadas para trás e observadas em vista labial são retas e um pouco inclinadas para

fora. A cúspide direita é pouco mais longa que a esquerda. Apresentam em sua superfície, tanto na face labial como lingual costelas delicadas e relativamente curtas. Em vista labial, a cúspide direita apresenta uma costela na sua metade superior, e em vista lingual, também uma que se estende da região apical até a metade do comprimento da cúspide. A cúspide esquerda, em vista labial, é lisa e, em vista lingual, mostra no lado externo uma

costela que se desenvolve do ápice até sua metade. Na cúspide central, cujo tamanho corresponde à metade do das cúspides laterais, não são observadas costelas. Base com forma sub-triangular a arredondada, com as medidas de largura e comprimento iguais. A altura do dente, tomada do tubérculo basal até a extremidade da cúspide mais longa, corresponde a 1,6 vezes a altura da base, tomada na margem lingual e compreendendo o botão apical. Os bordos da base são arredondados. Esta apresenta no seu bordo inferior, na extremidade labial, um tubérculo basal bem desenvolvido, com forma losangular. Em vista labial, este tubérculo forma uma projeção alargada e de bordo inferior reto, com uma largura maior que a de qualquer uma das cúspides. Na face inferior a base apresenta inúmeros forâmens (Est. VIII, fig. 1).

Através de cortes histológicos pode-se observar uma estrutura interna distinta para a base e cúspides do dente. A base é formada quase totalmente por uma dentina trabecular, mostrando um sistema de canais bem desenvolvidos (Est. XV, fig. 4). Este sistema de canais é contínuo no botão apical, onde são um pouco mais estreitos, mas muito ramificados. (Est. XV, fig. 4-b). Em corte longitudinal ou transversal das cúspides observa-se, centralmente a cavidade pulpar circundada por várias camadas de ortodentina, dispostas concentricamente (Est. XV, fig. 1-f e 2-f.). A cavidade pulpar se forma ainda na base do dente e se estende até a região apical, da cúspide. Da cavidade pulpar partem numerosos túbulos de ortodentina, bastante espessos e ramificados dicotomicamente várias vezes, tornando-se mais finos próximos à zona de vitrodentina (Est. XV, fig. 3-e). Uma fina camada de vitrodentina recobre externamente a superfície das cúspides.

Observações: Nos vários parátipos pode-se observar uma variação na forma da base, na disposição das cúspides ou no arranjo das costelas. Em contraposição permanecem constantes os seguintes caracteres: presença de costelas na superfície das cúspides, carena simples, cúspides com forma reta e um pouco inclinadas para fora em vista labial e levemente curvas em vista lateral, tubérculo basal largo e de bordos retos. Observe os parátipos:

Parátipo MP-M-81. Est. VIII, fig. 2; Est. XV, fig. 1

Cúspide esquerda (vista labial) com duas pequenas costelas situadas na parte médio superior (Est. VIII, fig. 2-a). Na face lingual, também observam-se duas costelas na mesma altura, média superior, partindo próximo à carena. A costela mais interna é bifurcada. Cúspide intermediária pequena em relação ao holótipo, provavelmente desgastada. Base de forma

arredondada. As medidas de comprimento e largura se correspondem.

Parátipo MP-M-82. Est. IX, fig. 1

Cúspides laterais retas e inclinadas para fora em vista labial. Em lateral, são curvas, mas dirigidas para frente (fig. 1C). Nota-se a presença de carena (fig. 1B), porém as costelas não são mais visíveis. A cúspide intermediária está quebrada, mas seu local de inserção está em situação anterior às cúspides laterais. A base é alongada, oval, com o comprimento 1,3 vezes maior que a largura. Tubérculo basal e botão apical mais alongados.

Parátipos MP-M-83. Est. IX, fig. 2

Região basal muito semelhante ao parátipo MP-M-82, com forma oval, sendo o comprimento 1,5 vezes maior que a largura. A base aplaina-se e tem seus bordos mais baixos e afilados em direção à extremidade lingual. Em vista lateral, observa-se uma inflexão mediana na base, que inferiormente mostra inúmeros forâmens (fig. 2C-d).

Parátipos MP-M-84; MP-M-85; MP-M-86; MP-M-87; MP-M-88 e MP-M-89. Est. X, fig. 1-6.

São cúspides isoladas onde podem-se observar as variações no número, disposição e tipo de costelas nas faces labial e lingual. Todas mostram carenas lisas laterais. Além das costelas podem-se verificar estrias na superfície das cúspides, acreditando-se ser um fenômeno secundário.

Discussão: Esta espécie assemelha-se a *Xenacanthus platypterus* (Cope), do Grupo Clear Fork, Permiano do Texas. Ambas apresentam a base um pouco alta, às vezes de bordos delgados e mais longa que larga. As cúspides são curvas para trás, pouco comprimidas lateralmente e de carena simples e lisa. Entretanto, difere desta por apresentar cúspides retas e muito levemente inclinadas para fora (vista labial), pela presença de costelas em sua superfície e, ainda, pelo tubérculo basal largo e de bordo inferior reto. Aproxima-se também de *Xenacanthus laevis* (Agassiz), de Low Main Coal Seam, Newsham, Nothumberland e Cannel Coal, Tingley, Carbonífero, que apresenta em vista labial as cúspides curvas e inclinadas para fora, lateralmente com forma sigmoidal e com a superfície lisa ou estriada. *Xenacanthus santosi* sp. nov. tem suas cúspides retas em vista labial, lateralmente são flexionadas para trás e mostram-se caracteristicamente ornamentadas com costelas na face lingual e, às vezes, também labial.

Dimensões:

Holótipo MP-M-80. Alt. 3,8mm; Compr. da base: 3,4mm; Larg. da base: 3,4mm.

Parátipos MP—M—81. Alt.: 4,1mm; Compr. da base: 3,6mm; Larg. da base: 3,6mm.
 MP—M—82. Alt.: 4,5mm; Compr. da base: 4,6mm; Larg. da base: 3,0mm.
 MP—M—83. Compr. da base: 5,0mm, Larg. da base: 3,0mm.
 MP—M—84. Alt.: 3,2mm.
 MP—M—85. Alt.: 2,2mm.
 MP—M—86. Alt.: 2,0mm.
 MP—M—87. Alt.: 3,8mm.
 MP—M—88. Alt.: 3,1mm.
 MP—M—89. Alt.: 2,8mm.

MP—M—95. Alt. da base: 2,4mm; Larg. da base 3,4mm.
 MP—M—96. Alt.: 3,6mm.
 MP—M—97. Larg. da cúspide: 1,7mm.

Ocorrência: Afloramento no km 258 da rodovia BR-293, junto ao entroncamento desta com a que segue para a cidade de Rosário do Sul. Localidade de Caveiras, Município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul. Fácies Caveiras, Formação Estrada Nova, Grupo Passa Dois. Permiano Superior.

***Xenacanthus pricei* Würdig—Maciel, sp. nov.**
 Est. XI, fig. 1—3

Derivatio nominis: em homenagem ao Prof. Llewellyn Ivor Price.

Holotypus: MP—UFRGS—MP—M—3

Paratypi: MP—UFRGS—MP—M—90; MP—M—91

Locus typicus: Minas do Leão, Município de Butiá, Rio Grande do Sul, Brasil.

Stratum typicum: Formação Irati, Grupo Passa Dois. Permiano Médio.

Diagnose: Coroa formada por cúspides laterais de diâmetro largo, comparativamente ao tamanho da base. Com carenas simples e lisas em toda borda e costelas curtas, dispostas longitudinalmente, situadas na parte média superior da cúspide. Em vista labial, as cúspides se erguem curvas e dirigidas para fora. Base arredondada a ovalada, apresentando um tubérculo basal bastante proeminente e com o bordo inferior arredondado, com uma largura menor que a base de uma cúspide lateral.

Descrição: Coroa formada por cúspides laterais de carena simples, circulares, largas, deixando pouco espaço para o desenvolvimento da cúspide intermediária, cujo diâmetro basal é pequeno. Base pouco desenvolvida, em vista lateral, correspondendo seu comprimento total a 2,1 vezes a largura da cúspide lateral. As cúspides apresentam uma carena simples e lisa em toda sua borda e em sua superfície aparecem delicadas costelas. Na face labial aparece uma costela simples e curta, acompanhando a curvatura da cúspide, e situada na sua parte média superior. Na face lingual observa-se outra, um pouco mais pronunciada, no lado interno, próximo à carena. O botão apical é pequeno, ocupando aproximadamente 1/6 da área da base. Esta é um pouco côncava, baixa e de forma

sub-triangular a ovalada. Inferiamente, observam-se forâmens nutritivos e um tubérculo basal pequeno e arredondado, compreendendo 1/6 da área da base. Este tubérculo, em vista labial, é bastante proeminente (fig. 1a), de extremidade inferior arredondada, estreito, com sua largura correspondendo a 1/3 da largura tomada na base das cúspides laterais. As cúspides, em vista labial, mostram-se curvas e dirigidas para fora. Em vista lateral erguem-se relativamente retas.

Em vista do tipo de fossilização, os cortes destes espécimens não revelam uma estrutura interna que possibilite seu estudo.

Observações: A espécie descrita apresenta variações em sua forma da mesma maneira que a anteriormente descrita, reforçando a

idéia de modificações dos dentes de acordo com sua posição na mandíbula.

No parátipo MP—M—90 (Est. XI, fig. 2) verifica-se que a base é mais alta, com bordos arredondados, com forma ovalada e botão apical mais desenvolvido.

O parátipo MP—M—91 (Est. XI, fig. 3) tem as cúspides dirigidas para a frente e sua base afila-se para trás, diminuindo a altura.

Discussão: Esta espécie aproxima-se bastante de *Xenacanthus santosi* sp. nov., devendo tratar-se de formas estreitamente relacionadas. Ambas apresentam cúspides com carenas lisas e são ornamentadas com costelas situadas, geralmente, na região médio superior das faces lingual e labial. A base apresenta as mesmas variações nas relações comprimento-largura. Entretanto, difere por suas cúspides laterais circulares, de diâmetro largo, inseridas numa base relativamente pequena. Mas difere, principalmente, pela forma e tamanho do tubérculo basal, que é proeminente, de bordos arre-

dondados e estreito. Além disso, as cúspides laterais, em vista labial, são curvas e dirigidas para fora. Assemelha-se, ainda, a *Xenacanthus platypternus* (Cope) do Grupo Clear Fork, Permiano do Texas. Esta espécie porém, apresenta sua superfície lisa, com as cúspides mais dirigidas para trás e a base mais larga que longa.

Dimensões:

Holótipo MP—M—3. Alt.: 1,3mm. Compr. da base: 0,85mm; Larg. da base: 0,9mm.

Parátipos MP—M—90. Compr. da base: 1,1mm. Larg. da base: 0,9mm

MP—M—91. Compr. da base: 1,8mm. Larg. da base: 1,1mm.

Ocorrência: Sondagem nº 180 (Leão), localidade de Minas do Leão, Município de Butiá, Rio Grande do Sul. Formação Irati, Grupo Passa Dois. Permiano Médio.

Ctenacanthus sp.

Est. XII, fig. 2; Est. XV, fig. 5-6

Hypotypi: MP-UFRGS-MP-M-100

MP-UFRGS-MP-M-93

MP-UFRGS-MP-M-94

Locus typicus: Caveiras, Município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brasil.

Stratum typicum: Fácies Caveiras, Formação Estrada Nova, Grupo Passa Dois, Permiano Superior.

Descrição: Hipótipo MP-M-100

Ichtiodorulito com a superfície ornamentada por costelas e sulcos. As costelas são bem marcadas, largas e lisas, em número de seis, em vista lateral. No terço inferior, próximo à face posterior ou ventral desaparecem. Base bem desenvolvida, lisa, apresentando finas estrias, reflexo da estrutura interna do espinho, um pouco desgastado. Em vista ântero-posterior, apresenta-se lateralmente comprimido, formando um ângulo agudo para a face dorsal e apresentando uma concavidade na face ventral, referente ao canal medular. Tratando-se de um fragmento da parte basal, não estão representadas as fileiras de denticulos ou espinhos existentes em ambas margens laterais da face posterior do espinho. (Est. XII, fig. 2).

Observado em corte transversal, este ichtiodorulito é formado exclusivamente de dentina trabecular e recoberto externamente por uma fina camada de vitrodentina. A seção foi realizada à altura do início das costelas, por esse motivo não revelando uma estrutura mais completa (camadas de ortodentina e canal medular), uma vez que compreende ainda uma porção muito basal. O parátipo MP-M-93 (Est. XV, fig. 5) representa um corte em altura semelhante, onde pode ser observada esta estrutura.

A seção realizada no exemplar MP-M-94 representa o corte de um fragmento da região mais apical de um ichtiodorulito. No centro observa-se o canal da medula bem desenvolvido, circundado por ortodentina. Deste canal partem túbulos espessos, às vezes ramificados, que atravessam a ortodentina e alcançam a região periférica do espinho. Partem dali, também tubulações de dentina mais finas, que ramificam-se várias vezes, chegando à zona de vitrodentina ou à região de dentina trabecular. Esta última forma uma capa

cobrindo a camada de ortodentina na região do ichtiodorulito e nas suas laterais. Externamente, uma fina camada de vitrodentina recobre o espinho. (Est. XV, fig. 6).

Discussão: Pelos caracteres morfológicos externos, a espécie descrita enquadra-se na diagnose genérica apresentada para o Gênero *Ctenacanthus* Agassiz. Sua estrutura interna também corresponde às descrições feitas para espécies do gênero. Por outro lado, por tratar-se da região basal de um ichtiodorulito, prefere-se não denominá-lo especificamente, esperando encontrar-se um exemplar mais completo e melhor preservado, que permita sua comparação com as espécies já descritas para esse gênero. Apresenta alguma semelhança com *Ctenacanthus sulcatus* Agassiz, do "Carboniferous Limestone of Bristol, Great Britain" (Davis, J.W., 1883: pl. XLV, fig. 3-3a). Ambas possuem a ornamentação constituída por costelas largas e lisas, e o contorno do corte transversal, realizado na região superior do ichtiodorulito, é semelhante. Difere, entretanto, pelo padrão de sulcos, quase tão largos quanto as costelas, enquanto que *C. sulcatus* os tem bem estreitos.

Dimensões:

MP-M-100. Compr. 3,2cm Larg.: 1cm.

MP-M-93. Alt. do corte: 2,5mm. Larg. 2,4mm

MP-M-94. Alt.: 3,1mm. Larg.: 2,2mm.

Ocorrência: Afloramento no km 258 da rodovia BR-293, junto ao entroncamento desta com a que segue para a cidade de Rosário do Sul. Localidade de Caveiras, Município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul. Fácies Caveiras, Formação Estrada Nova, Grupo Passa Dois. Permiano Superior.

Hypotypi: MP-UFRGS-MP-M-98

MP-UFRGS-MP-M-101

Locus typicus: Caveiras, Município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brasil.

Stratum typicum: Fácies Caveiras, Formação Estrada Nova, Grupo Passa Dois. Permiano Superior.

Descrição:

Hipótipo: MP-M-98. Est. XII, fig. 3A-B.

Fragmento de espinho, externamente ornamentado por costelas longitudinais, que apresenta protuberâncias arredondadas formando nódulos. Lateral e inferiormente aos mesmos, encontram-se poros com posição longitudinal. (Est. XII, fig. 3A-B)

Discussão: Examinando a bibliografia, constata-se que este fragmento de espinho, ornamentado com costelas longitudinais nodulosas, é bastante parecido e comparável com restos de Acanthodii encontrados por Gross (1972) no Mar Báltico. Tratam-se de fragmentos de nadadeiras torácicas e dorsais, encontradas no Calcário de Beyrichia, Devoniano da Alemanha do Norte (Tafel VIII, fig. 22a, 23 e 24; Tafel X, fig. 12). Entretanto, também no gênero *Ctenacanthus*, os ichtiodorulitos apresentam costelas nodulosas semelhantes às dos fragmentos representados aqui. Por esse motivo, prefere-se, no momento, não defini-los em um grupo determinado.

Hipótipo MP-M-101. Est. XII, fig. 4

Fragmento em forma de uma pequena placa, com a superfície da parte superior marcada por fortes costelas, às vezes ramificadas. Região basal lisa, apresentando inferiormente estruturas semelhantes a foramens, provavelmente orifícios de canais. Através da superfície em que a peça se fragmentou podem-se observar canais dispostos de maneira irregular.

Discussão: Gross (1972) refere-se, em seu trabalho sobre restos de Acanthodii, à pequenas placas poligonais, que denomina de "tesseræ coronatae" (p.10), descritas para a espécie *Nostolepis striata* Pander, 1956, encontrada nos "bone beds" do Calcário de Beyrichia,

Alemanha do Norte. Estas placas, representadas na Tafel III, fig. 4-13, 15-29, apresentam uma a várias coroas que podem estar concrecidas ou separadas, uma base de bordas retas e superfície inferior apresentando numerosas aberturas de canais de vasos. Segundo o autor, estas aberturas sugerem que as placas estariam ligadas à ossos maiores. Seriam, provavelmente, componentes do exocrâneo ou elementos dermais. O espécimen aqui descrito e figurado, no que pode-se observar, apresenta estruturas morfológicas até certo ponto semelhantes a estas placas de Acanthodii, descritas por Gross, daí colocar-se este fragmento na referida sub-classe, embora com dúvidas.

Dimensões:

MP-M-98. Compr. 3,3mm

MP-M-101. Compr.: 1,4mm.

Ocorrência: Afloramento no km 258 da rodovia BR-293, junto ao entroncamento desta com a que segue para a cidade de Rosário do Sul. Localidade de Caveiras, Município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul. Fácies Caveiras, Formação Estrada Nova, Grupo Passa Dois. Permiano Superior.

Classis	Elasmobranchiomorphi
Sub classis	Chondrichthyes
Infra classis	Holocephali
Ordo	Edestida
Familia	Orodontidae Koninck, 1878

Genus *Orodus* Agassiz, 1838

Diagnose genérica: Dente lateralmente alongado, com a porção média mais elevada que as extremidades, formando um cone transversal e obtuso; diâmetro longitudinal excedendo bastante o transversal, marcado por uma carena mediana ou sub-mediana, da qual partem costelas oblíquas secundárias que ramificam-se para os lados, e, que nos dentes maiores, podem formar outra série de costelas colaterais.

(Newberry e Worthen, 1866)

Espécie tipo — *Orodus cinctus* Agassiz, 1838

Orodus milleri Würdig-Maciel, sp. nov.

Est. XII, fig. 1

Derivatio nominis: Em homenagem ao Dr. Harry M. Miller Jr. a quem muito deve a paleontologia do Rio Grande do Sul.

Holotypus: MP—UFRGS—MP—M—92

Locus typicus: Caveiras, Município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul, Brasil.

Stratum typicum: Fácies Caveiras, Formação Estrada Nova, Grupo Passa Dois, Permiano Superior.

Diagnose: Dente lateralmente alongado, com um comprimento duas vezes maior que sua largura. Coroa baixa, com o cone principal situado assimetricamente. Em vista lingual, observa-se, ao lado esquerdo do cone principal, dois sub-cones ou cones secundários; ao lado direito, três, todos unidos por uma carena mediana de onde partem costelas. As costelas do cone principal ramificam-se próximo à zona da cintura, que separa a coroa da base do dente. Base bem desenvolvida, mais alta que a coroa, projetando-se para a face lingual.

Descrição: Dente lateralmente alongado, com um comprimento duas vezes maior que sua largura; coroa baixa formada por várias proeminências, à maneira de pequenos cones unidos apicalmente por uma carena que

acompanha toda a borda da coroa. O cone principal, maior, situa-se assimetricamente e é obtuso. Do seu ápice partem costelas que se irradiam para os lados às vezes ramificando-se. Do lado direito do cone principal, em vista

lingual, (fig. 1E) seguem três cones menores ou sub-cones, e do lado esquerdo, dois, todos apresentando costelas. (fig. 1D) No lado lingual, as costelas são mais numerosas e delicadas. Do ápice do cone principal partem cinco costelas longas e mais três finas e curtas para cada lado. Para o lado direito, o primeiro sub-cone apresenta provavelmente três costelas, o segundo duas ou uma e o terceiro uma bem pronunciada. Para o lado esquerdo vêem-se, mais para perto da extremidade da coroa, duas costelas que bifurcam-se logo no início. O cone principal apresenta, no lado labial, cinco costelas fortes e longas, que ramificam-se próximo à cintura que separa a coroa da raiz. Segue para o lado direito, partindo da carena, uma pequena costela e três outras bem mais fortes, duas no primeiro sub-cone e uma no segundo. Para o lado esquerdo duas costelas longas, porém estreitas, marcam cada um dos dois cones seguintes, e apenas uma marca o último. A base é larga e pouco mais alta que a coroa. Apresenta fortes sulcos e forâmens no lado lingual e ventral. Vista de perfil, se projeta em uma expansão para o lado lingual e bem levemente para os lados labial e laterais. (fig. 1C-e).

Discussão: A espécie descrita pode ser comparada a três outras espécies, pertencentes a estratos carboníferos dos Estados Unidos e Europa. Assemelha-se, no aspecto geral da coroa e base, com *Orodus variabilis* Newberry, proveniente do "Black Shale" do Grupo Waverly, Sciotoville, Ohio and Vanceburg, Ky. Entretanto, diferencia-se por possuir a coroa marcada por costelas, tanto na face labial como lingual, e pela sua base expandida inferiormente, de modo que torna-se mais larga que a coroa. *Orodus variabilis* Newberry apresenta costelas apenas na face lingual dos cones e sua base é estreita e chanfrada no bordo inferior.

Orodus milleri, sp. nov. assemelha-se também à *Orodus ramosus* Agassiz, de Armagh, Ireland e do Grupo Kinderhook de Rockford, Indiana. Ambas possuem a mesma proporção de medidas de comprimento e largura da coroa, e um cone principal de posição sub-mediana, formando a parte mais alta da coroa e unido aos demais sub-cones por uma carena simples. A nova espécie difere desta por possuir uma coroa formada por cones e sub-cones mais definidos em forma, pelas costelas mais delicadas, retas e menos numerosas, e, ainda, pelas características de sua base, expandida inferiormente.

A presente espécie aproxima-se ainda de *Orodus ornatus* Newberry e Worthen, de Keokuk Limestone of Warsaw e Nauvoo, Illinois. Diferencia-se desta espécie por apresentar a coroa larga medianamente, afinando-se gradativamente para os lados, além de ser levemente arqueada para o lado lingual. *Orodus ornatus* Newberry e Worthen possui uma coroa reta, mantendo a mesma largura da parte central nas extremidades, ou, nas formas menores, a largura da parte média corresponde à metade, ou quase metade, do comprimento total do dente. Com relação à base, *O. ornatus* a apresenta mais estreita que a coroa e, às vezes, oblíqua à mesma.

Dimensões:

Holótipo: MP—M—92. Alt.: 2,3mm. Compr. da base: 4,3mm. Larg. da base: 2,0mm.

Ocorrência: Afloramento no km 258 da rodovia BR-293, junto ao entroncamento desta com a que segue para a cidade de Rosário do Sul. Localidade de Caveiras, Município de Dom Pedrito, Rio Grande do Sul. Fácies Caveiras, Formação Estrada Nova, Grupo Passa Dois. Permiano Superior.

Classis	Elasmobranchiomorphi
Sub classis	Chondrichthyes
Infra classis	Elasmobranchii
Ordo	Selachii
Sub ordo	Ctenacanthoidei
Familia	Ctenacanthidae Dean, 1909

Genus *Ctenacanthus* Agassiz, 1835

Diagnose genérica: Espinho de nadadeira de tamanho médio a grande, lateralmente comprimido e afinando-se gradualmente para a extremidade apical. Levemente arqueado para tras. Face anterior estreita, arredondada; face posterior côncava, formando uma cavidade moderada, cujas margens laterais apresentam uma fileira de dentículos. Superfície marcada por fortes costelas e sulcos longitudinais, ornamentados com escamas ou tubérculos transversais. A base apresenta tamanho moderado, estreitando-se rapidamente; superfície finamente estriada.

(M'Coy, in Davis, 1883)

PARTE III

RESULTADOS OBTIDOS ATRAVÉS DOS ESTUDOS DE RESTOS DE PEIXES

1. Ichtiodontes, ichtiodorulitos e sua aplicação na estratigrafia.

Ichtiodontes, ichtiodorulitos e escamas, além de outros restos de peixes, são encontrados freqüentemente, em grande quantidade, nos mais variados estratos do Paleozóico, Mesozóico ou Cenozóico quer seja de origem marinha, deltaica, lagunar ou fluvial.

Com esta pesquisa, pôde-se verificar a grande ocorrência horizontal que possuem estes restos de peixes em todo Grupo Passa Dois, na Bacia do Paraná, e mesmo em outras áreas no Brasil e no Exterior. Na Bacia em estudo, eles são assinalados desde o Rio Grande do Sul até São Paulo e, provavelmente, também se encontrem em Goiás e Mato Grosso.

Constata-se também, através do estudo realizado com os ichtiodontes e ichtiodorulitos, das Formações Estrada Nova e Irati, no Rio Grande do Sul, uma variedade de tipos que permite identificar uma associação de restos de uma ictiofáunula para cada uma destas unidades. Representa-se a distribuição estratigráfica destas formas na fig. 9.

A tafofáunula representada nas duas Formações do Grupo Passa Dois pode ser agrupada em duas categorias taxinômicas principais: os Elasmobranchii e os Actinopterygii, Ordem Paleoniscida. Os primeiros parecem servir melhor às finalidades deste trabalho, pois formam duas distintas associações nas Formações Estrada Nova e Irati, já que os segundos, os Paleoniscida, apresentam padrões morfológicos pouco variáveis e não se diferenciam naquelas unidades. Porém constituem mais um elemento integrante das associações e, certamente, auxiliam na caracterização do Grupo Passa Dois e de suas unidades. Afora os Paleoniscida, a única forma comum às Formações

Estrada Nova e Irati corresponde ao gênero *Xenacanthus* Beyrich, 1848. Entretanto, ele está representado por duas espécies diferentes, *Xenacanthus santosi* sp. nov., que ocorre na primeira unidade e *Xenacanthus pricei* sp. nov., que ocorre na segunda. As duas associações estão representadas na Estampa XIII, fig. 1 e 3.

2. Tafoichtiofáunula do Grupo Passa Dois no Estado do Rio Grande do Sul.

Ao final deste estudo sobre restos de peixes do Grupo Passa Dois, no Rio Grande do Sul, pode-se caracterizar ichtiologicamente as duas unidades litoestratigráficas que o compõem pelas associações de espécies e tipos morfológicos que seguem:

Formação Estrada Nova

Fácies Armada

Elasmobranchiomorphi

Xenacanthus santosi Würdig-Maciél,
sp. nov.

Paleoniscida

Ichtiodontes
Escamas

Fácies Caveiras

Elasmobranchiomorphi

Xenacanthus santosi Würdig-Maciél,
sp. nov.
Orodus milleri Würdig-Maciél, sp. nov.
Ctenacanthus sp.

Teleostomi
 Acanthodii? (placas dermais)
 Paleoniscida
 Ichtiodontes "A", "B", "C", "D", "E",
 "F", e "G"
 Escamas

Formação Irati

Fácies Tiaraju e Valente

Elasmobranchiomorphi

Xenacanthus pricei Würdig-Maciel, sp.
 nov.
 Gêneros "A", "B" e "C".

Paleoniscida

Ichtiodontes "C", "D" e "F"
 Escamas

As associações da Formação Estrada Nova, fácies Armada e Caveiras estão representadas nas Estampas de I a XV e a da Formação Irati, na XIII.

3. Ichtiodontes, ichtiodorulitos e a paleoecologia do Grupo Passa Dois, no Estado do Rio Grande do Sul.

A associação de ichtiodontes e ichtiodorulitos, encontrados na Formação Estrada Nova, no Estado do Rio Grande do Sul, está representada pelos gêneros *Xenacanthus* Beyrich, *Orodus* Agassiz e *Ctenacanthus* Agassiz. A Formação Irati também contém uma associação de ichtiodontes, entre os quais figura o gênero *Xenacanthus*, além de três outros espécimens, que talvez possam representar gêneros novos. Destes gêneros, parece ser *Xenacanthus* o mais constante e representativo dos elasmobrânquios do Permo-Carbonífero, que habitaram os antigos "Coal Measures" e outros ambientes sub-aquosos continentais, que formaram os típicos folhelhos pretos, os "red-beds" e os "bone-beds" encontrados na Europa e América do Norte.

Examinando, na bibliografia, as unidades litológicas em que foram encontradas as diversas espécies de *Xenacanthus*, já descritas, verificou-se que nos Estados Unidos é registrada uma espécie para as camadas de "Coal Measures" de Linton, Ohio, onde se destaca a presença de numerosas espécies de anfíbios, duas espécies para a Formação Wichita e Clear Fork, do Permiano do Texas, e, ainda, uma para o Permiano de Oklahoma, Formação Chickascha, que representa uma sedimentação de ambiente deltáico, com uma fauna associativa de peixes paleoniscídeos, anfíbios e répteis.

Na Inglaterra, estão representadas, nos "Coal Measures" do Carbonífero e Permiano, mais quatorze espécies desse gênero, sendo também registradas algumas espécies para o "Terrain houiller de Commentry" (Allier), na França, e para os "Schistes houillers de Ruppertsdorf" (Bohême).

Ctenacanthus e *Orodus*, dois gêneros frequentemente encontrados juntos e, segundo Newberry (1875), provavelmente pertencentes ao mesmo animal, ocorrem em grande número no Permiano e Carbonífero marinhos dos Estados Unidos e Europa. Nos Estados Unidos, de quarenta e cinco espécies referidas, quarenta e três certamente, estão associadas a faunas marinhas, dos sedimentos do Waverly Group, Burlington Group, Keokuk Group, St. Louis Group, Chester beds, em Ohio, Pennsylvania, Kentucky, Michigan, etc. Mais quatorze espécies são registradas para os diversos estratos do Mountain Limestone, do Carbonífero e Permiano da Inglaterra, em Armaght, Bristol, Yorkshire, Salop, etc., e outros quatro para o Carbonífero marinho da Bacia de Kusnetz, na Rússia. Para o gênero *Orodus* foram registradas treze espécies nos Estados Unidos e quatorze na Inglaterra, nos mesmos estratos já apontados para o gênero *Ctenacanthus*.

Entretanto, Newberry (1889), ao comentar sobre a fauna de peixes encontrados nos "Coal Measures" dos Estados Unidos, típica de água doce, contando com inúmeras espécies de anfíbios, de peixes ganóides e, inclusive, do gênero *Xenacanthus*, assinalou, também, algumas espécies de elasmobrânquios com larga distribuição e ocorrência como *Edestus*, *Ctenacanthus*, *Megalichthys* e *Rhizodus* (p. 210). Ou seja, formas caracteristicamente marinhas num ambiente representativo de água doce, como indica sua fauna de anfíbios, de peixes ganóides e de um elasmobrânquio típico como *Xenacanthus*.

Em todo o Grupo Passa Dois, no Estado do Rio Grande do Sul, encontra-se uma associação semelhante àquela apontada por Newberry (1889). Na Formação Irati pode-se registrar restos de peixes ganóides, *Xenacanthus* e outros três tipos de elasmobrânquios de gêneros ainda indeterminados. Na base da Formação Estrada Nova encontram-se Paleoniscídeos, Coelacanthídeos, *Xenacanthus*, *Ctenacanthus* e *Orodus*. Na parte superior, fácies Armada, estão ausentes estes dois últimos gêneros de elasmobrânquios e aparecem restos de um anfíbio.

Após estas considerações pode-se concluir que:

— Os gêneros *Ctenacanthus* e *Orodus*, embora na maioria das vezes encontrados em ambientes marinhos, não servem como elementos categóricos para caracterizar um ambiente de deposição deste tipo, no Grupo

Passa Dois.

— A presença de uma fáunula associativa de elasmobrânquios na Formação Irati e na parte inferior da Formação Estrada Nova, fácies Caveiras, por outro lado, indica forte probabilidade de um ambiente mixohalino.

— Assim considerando, a ocorrência de restos de *Xenacanthus*, ichtiodontes e escamas de Paleoniscídeos e escamas de Coelacanthídeos nos estratos do Irati e na fácies Caveiras, Formação Estrada Nova, ao lado de uma fáunula de elasmobrânquios, pode representar uma carga transportada de ambiente continental para o interior de uma baía de um mar interno.

— Enfim, a presença exclusiva de restos de Paleoniscídeos, *Xenacanthus* e, também, de restos de um anfíbio na fácies Armada, parte superior da Formação Estrada Nova, indica uma mudança de ambiente, confirmando uma deposição sub-aquosa nitidamente continental.

4. Ichtiodontes, ichtiodorulitos e fósseis associados na correlação e datação de estratos permianos do Brasil.

Ichtiodontes, ichtiodorulitos, e também escamas, são registrados nos estratos do Irati e Estrada Nova, do Rio Grande do Sul à São Paulo e, provavelmente, também se encontram em Goiás, Mato Grosso e demais extensões da Bacia do Paraná.

Na Est. XIII estão as associações das ichtiofaunas, referentes às camadas da Formação Estrada Nova, do Rio Grande do Sul e de São Paulo. Pode-se constatar que existem elementos comuns nestas duas associações, como escamas e dentes do mesmo tipo, pertencentes ao grupo dos Paleoniscídeos. Além destes, encontra-se também representado em São Paulo o gênero *Xenacanthus*, elasmobrânquio típico de faunas de água doce. Infelizmente, contamos apenas com a base do dente, não havendo elementos suficientes para comparações específicas. Mendes (1952) se refere à ocorrência de prováveis espinhos de *Ctenacanthus*, na Formação Corumbataí. Apesar de contarmos com apenas estes elementos, eles já se mostram bem mais valiosos e eficazes para uma correlação de camadas na Bacia que qualquer outro invertebrado, como por exemplo os bivalves tão comuns no norte da bacia e de ocorrência bastante limitada no sul.

Os gêneros *Xenacanthus* e *Ctenacanthus* também já foram registrados para a Bacia do Parnaíba. Santos (1946) descreve *Xenacanthus albuquerquei* Santos e *Ctenacanthus maranhensis* Santos, encontrados em um afloramento da Formação Pedra do Fogo, a 5 km ao sul de Pastos Bons, na estrada que liga esta cidade a de Nova York, no Estado do Maranhão. Santos registra, também, uma grande quantidade de escamas de Paleoniscídae, além de dentes de *Crossopterigii* (?).

Price (1948) descreve para a Formação Pedra do Fogo, Estado do Maranhão, um anfíbio da família Archegosaurídea, criando a espécie nova, *Prionosuchus plummeri* Price, de uma localidade a 4 km ao Sul de Pastos Bons, na estrada de Pastos Bons a Nova York, Município de Pastos Bons, associado com os restos de peixes descritos por Santos (1946). Price compara o anfíbio de Pedra do Fogo com anfíbios do Permiano da Rússia: *Platyops rickardi* Twelvetrees (1880) e *P. stuckenbergi* Trautsehold (1884) das Zonas I (*Rhopalodon*) e II (*Titanophareus*) do Permiano Médio (Kazaniano) dos Urais Ocidentais e *Platyops watsoni* Efremov (1933) da Zona III (*Pelicosauriano*) dos calcários do Permiano Superior do rio Wjatka, onde se encontram, da mesma maneira, associados a restos de peixes. Plummer et alii (1946) propuseram o nome Pedra do Fogo para as camadas de folhelhos e calcários com dolomitos, sílex e anidritas associadas, aflorantes no vale do rio Pedra do Fogo, entre Pastos Bons e Nova York, Maranhão. Plummer registrou a ocorrência, nos estratos superiores desta Formação, de madeiras silicificadas, como *Psaronius* sp. e nas camadas mais inferiores, ostracodes, restos de peixes e anfíbios, propondo uma idade permiana para esta Formação. Mesner e Wooldridge (1962) correlacionam a Formação Pedra do Fogo com o Grupo Estrada Nova, da Bacia do Paraná, que compreenderia as Formações Irati, Serra Alta e Teresina, sugerindo para Formação Pedra do Fogo uma origem marinha para a parte mais inferior, e para a maior parte da mesma uma origem continental e de mar remanescente, com ciclos evaporíticos frequentes e deposição eólica e fluvial; com um clima variando largamente de úmido (folhelhos pretos e troncos de árvores) a árido (anidritas espessas).

Comparando a fauna de vertebrados da Bacia do Piauí-Maranhão, com a da Bacia do Paraná, verifica-se que também nesta última registram-se anfíbios fósseis, um no Estado do Paraná e outro no Rio Grande do Sul.

Barberena e Daemon (1974) assinalam a ocorrência de peças craniais e post-craniais de um anfíbio que identificaram como pertencente ao gênero *Platyops* Twelvetrees, no Estado do Paraná, topo da fácies Serrinha, segundo os autores, Formação Rio do Rasto. A localidade fossilífera situa-se na Serra do Cadeado, na altura do km 286 da BR-376. Correlacionaram este estrato e o achado do anfíbio com o zoneamento faunístico do Permiano Continental da Rússia, proposto por Efremov e Vjushkov (1955), onde ao longo do Kazaniano distribuem-se três complexos faunísticos, onde ocorre o gênero *Platyops*; *Platyops rickardi* Twelvetrees que se estende do Kazaniano Inferior ao Médio, *P. watsoni* que se situa no Kazaniano Superior e *P. stuckenbergi* que encontra-se desde o Inferior até o Superior. Price (1948) ao descrever *Prionosuchus plummeri*, na Bacia do Maranhão-Piauí, já realizava também esta

correlação. Os autores lembram, ainda, que muitos estratígrafos na Rússia colocam as partes mais altas da Zona II deste zoneamento acima referido, no Tartariano Inferior.

Efremov e Vkushkov (1955) (in Barberena e Daemon, 1974) comparam o Permiano continental da Rússia com a África do Sul (Bacia do Karroo), sendo que os sedimentos do Kazaniano Superior e Tartariano Inferior da Rússia corresponderiam a Série Beaufort Inferior da Bacia do Karroo, que compreenderia também 3 zonas, a intermediária contendo a antiga Zona do *Endothiodon*, um réptil também já assinalado para a Formação Rio do Rasto, parte superior, no Estado do Paraná, Serra do Cadeado, por Barberena e Daemon (1972).

Barberena e Daemon concluem que a Formação Rio do Rasto, em vista de seus vertebrados fósseis, situa-se entre o topo do Kazaniano Superior e base do Tartariano Inferior, estabelecendo uma correlação entre a Bacia do Karroo e a Bacia do Paraná, e, ainda, com o Permiano continental da Rússia, como já o fizera Pinto (1972) através dos insetos.

Aqueles autores mencionam, ainda, como fauna de associação, restos de peixes, que infelizmente não se pôde examinar no presente trabalho, sabendo-se entretanto da presença de escamas e dentes de Paleoniscídeos.

A segunda ocorrência de anfíbio, acima referida, é a assinalada para o Estado do Rio Grande do Sul, na parte superior da Formação Estrada Nova, no km 27 da estrada Bagé-Aceguá, Município de Bagé. Este fóssil está ainda em estudo no setor de vertebrados do De-

partamento de Paleontologia e Estratigrafia da UFRGS. Junto a estes restos encontramos os restos ichtiológicos aqui estudados, representados pelos Paleoniscídeos e o gênero *Xenacanthus santosi* Würdig-Maciel, sp. nov.

Reunindo todos esses dados, pode-se montar quadros comparativos entre os Estados do Rio Grande do Sul, Paraná e São Paulo, na Bacia do Paraná e Maranhão, na Bacia do Parnaíba, situada na região do meio-norte do país. Estes quadros estão representados nas páginas de 77 a 80 e apresentam a divisão estratigráfica, litologia e conteúdo fóssil de vertebrados do Grupo Passa Dois e da Formação Pedra do Fogo.

Interessante será tentar realizar no futuro, quando for possível obter toda a bibliografia necessária, a correlação da fauna ichtiológica permiana da Bacia do Paraná e Maranhão com aquelas da Rússia, África ou Austrália. Todavia já se sabe que ocorrem nos estratos Permianos da Rússia uma fauna associativa de restos de peixes, conforme é assinalado por Efremov (1933) e, provavelmente, também na África e Austrália. Entretanto, por meio da correlação de faunas de insetos, crustáceos, conchostráceos, anfíbios, répteis, assim como elementos da flora e palinórfos da Bacia do Paraná com as bacias de Karroo na África e Kuznetzk na Rússia, concluímos que a idade do Grupo Passa Dois no Rio Grande do Sul estende-se do Ufimskiano ao Kazaniano Superior. Talvez atinja Tartariano Inferior na parte mais superior da formação Estrada Nova.

ESTADO DE SÃO PAULO				
Grupo	Formação	Fácies	Litologia	Conteúdo fóssil de vertebrados
PASSADÓIS	ESTRADA NOVA		<p>Siltitos com desagregação esferoidal e lentes de arenitos.</p> <p>Siltitos com intercalações rítmicas dispostas sub-horizontal e irregularmente, com lâminas ou estratos argilosos, siltico-argilosos, arenito-silticos e arenitos finos, predominando no conjunto tons arroxeados, cinzentos e avermelhados.</p> <p>Lentes de arenito fino e bancos de calcário substituídos ou não por sílex. Arenitos "polimictos" formando "Bone Beds" com 10cm de espessura. Conglomerados intraformacionais.</p> <p>Siltito maciço de fratura conchoidal, cinza-escuro, cinza arroxeado e cinza claro. Concreções calcárias.</p> <p>Estruturas sedimentares comuns: marcas onduladas, gretas de contração e brechas intraformacionais.</p>	<p>Anfíbia: —</p> <p>Pisces</p> <p> Ichtiodontes e escamas de <i>Paleoniscida</i>.</p> <p> Escamas de <i>Coelacanthida</i>.</p> <p> Ichtiodontes de <i>Elastomobranchii</i>.</p> <p> <i>Xenacanthus</i> sp. Beyrich</p> <p> <i>Cladodus</i> sp.? Agassiz</p> <p> <i>Gen. indet.</i></p>
	IRATI		<p>Folhelhos negros com dolomitos alternados de maneira regular, estratificação plano-paralela, em certos casos com pseudo-estratificação cruzada.</p> <p>Calcoarenitos intercalados em folhelhos.</p> <p>Microcoquinas e brechas intraformacionais.</p> <p>Bancos calcários com folhelhos intercalados em estratificação rítmica.</p> <p>Folhelhos negros com bonecas de sílex.</p> <p>Folhelhos negros com lentes de dolomito intercaladas.</p> <p>Siltitos cinza-claros.</p>	<p>Reptília:</p> <p> <i>Stereosternum tumidum</i> Cope.</p> <p> <i>Brazilosaurus sampauloensis</i> Shikama e Ozaki</p> <p>Anfíbia: —</p> <p>Pisces:</p> <p> Restos indeterminados (ossos, escamas e ichtiodontes).</p>

Estratigrafia segundo Landim, (1970).

ESTADO DO MARANHÃO				
Grupo	Formação	Fácies	Litologia	Conteúdo fóssil de vertebrados
	MOTUCA		Siltito vermelho-tijolo com manchas esverdeadas, intercalações de calcários róseos e anidrita. Arenitos vermelhos, finos, argilosos.	Pisces: <i>Palaeoniscida</i>
	PEDRA DO FOGO		Siltitos e folhelhos arroxeados, esverdeados e róseos, com intercalações de sílex e calcários argilosos. Leitos finos de sílex, às vezes substituindo os dolomitos. Arenitos amarelados, finos à médio, argilosos, calcíferos. Folhelhos pretos.	Anfibia <i>Prionosuchus plummeri</i> Price Pisces: Escamas e ichtiodontes de <i>Paleoniscida</i> Ichtiodontes e Ichtiodorulitos de <i>Elastomobranhii</i> — <i>Xenacanthus albuquerquei</i> Santos <i>Ctenacanthus plummeri</i> Santos

Estratigrafia segundo Aguiar (1971).

BIBLIOGRAFIA

- AB'SABER, A.N. — 1960 — Nótula sobre as superfícies aplainadas do Rio Grande do Sul. *Notas Geomorfológicas*, Campinas, 4 (7/8): 24-50.
- AGASSIZ, L. — 1837 — Recherches sur les Poissons Fossiles. 3 (1): 1-390. Atlas 3, tab. A-8 e I-47. Neuchâtel.
- AGUIAR, G.A. — 1971 — Revisão Geológica da bacia paleozóica do Maranhão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 25., São Paulo, Anais. São Paulo Sociedade Brasileira de Geologia. v. 3, p. 113-22, 6 fig.
- ALMEIDA, F.F.M. & BARBOSA, O. — 1953 — Geologia das Quadrículas de Piracicaba e Rio Claro, Estado de São Paulo. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM*, Rio de Janeiro, 143: 1-95.
- AMARAL, S.E. — 1971 — Geologia e Petrologia da Formação Irati (Permiano) no Estado de São Paulo. Separata do *Boletim IGA*, 2:1-81, fig. 1-1 a 9-2.
- BARBOSA, O. — 1957 — Observação sobre *Parataxopitys americana* (Milanez e Dolianiti). *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, 6 (1): 5-6, São Paulo.
- BARBERENA, M.C. — 1973 — "A Presença de *Endothyodon* na Formação Rio do Rasto". In: ENCONTRO NACIONAL DE PALEONTOLOGOS, 1º, Rio de Janeiro — *Resumo, Palestra e Comunicações*. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, Sociedade Brasileira de Paleontologia, Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência.
- & DAEMON, R.F. — 1974 — "A primeira ocorrência de *Amphibia Labyrinthodontia* na Formação Rio do Rasto. Implicações Geocronológicas e Estratigráficas". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28º, Porto Alegre — *Resumo das Comunicações*. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Geologia, p. 387-8. (*Boletim nº1*).
- BARCELLOS, M.T. — 1972 — Estudo de escamas e dentes de peixes da Fácies Budô. Sub-Grupo Itararé — RGS. Tese (Dissert. Mestr.) — Instituto de Geociências da UFRGS Porto Alegre.
- BEURLIN, K. — 1953 — Considerações sobre alguns lamelibrânquios das Camadas Terezina no Paraná. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia*, Rio de Janeiro, 142: 1-41, 1 est.
- — 1954 — Horizontes fossilíferos das camadas Serra Alta, Paraná. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia*, Rio de Janeiro, 152: 1-30, 1 est., 2 text-fig.
- — 1954a — Algumas observações sobre a associação faunística nas camadas Terezina (Série Passa Dois) do Paraná. Arquivos do Museu Paranaense, Curitiba, Nova Série, Geol. 1: 1-20, 4 est.
- — 1954b — As faunas de Lamelibrânquios do Sistema Gondwânico do Paraná. In: *Paleontologia do Paraná*. Curitiba, Museu Paranaense. p. 107-39, 7 est.
- BORTOLUZZI, C. A. — 1970 — "Étude de quelques empreintes de la Flore Gondwaniennne du Brésil." In: CONGRÈS NATIONAL DES SCIENCES SAVANTES, 95-Reims. (No prelo).
- BRANSON, C.C. — 1933 — Fish fauna of the Middle Phosphoria Formation. *Journal of Geology*, Chicago III, 41 (2): 174-83, fig. 1.
- BROILI, F. — 1904 — Ueber *Diacranodus texensis* Cope (= *Didymodus? compressus* COPE). Separata: *Abdruck aus dem Neuen Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paleontologie*, Stuttgart, 467-87, taf. 24-5.
- BRONGNIART, C. — 1887-88 — Sur un nouveau poisson fossile du terrain houiller de Commeny (Allier), *Pleuracanthus gaudryi*. *Bulletin de la Société Géologique de France*, Paris, Série 3, 16: 546-50, text. fig. 1.
- CAMPBELL, D. F. et alli — 1949 — Relatório preliminar sobre a geologia da Bacia do Maranhão. *Boletim do Conselho Nacional do Petróleo*, Rio de Janeiro, 1: 1-160, 13 fig., 36 fotos, 1 mapa.
- CHABAKOV, A.W. — 1928 — Description of new Ichthyodolites of *Ctenacanthus* Agass. from the Carboniferous of U.S.S.R. *Bulletin du Comité Géologique de Russie*, Leningrad, 47: (1) 23-30, pl. III-IV.
- CLARKE, J. M. — 1920 — Novos Crustáceos Paleozóicos. Crustáceos do Permiano de São Paulo, Brasil. São Paulo, Instituto Geográfico e Geológico/s.d/ Separata do I.G.G.; I.G.G.; Revista do Instituto Geográfico e Geológico, São Paulo, 4 (1): 1-4, 10 fig.
- COWPER REED, F.R. — 1928 — Triassic Fossils from Brazil. *Annals and Magazine of Natural History*, London, 2 (10): 39-48, 1 est.
- — 1929 — Faunas Triássicas do Brasil. *Monografia do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil do DNPM*, Rio de Janeiro, 9: 1-97, 5 est.
- — 1929a — Novos Phyllopodos fósseis do Brasil. *Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil do DNPM*, Rio de Janeiro, 34: 1-17, 1 est.
- — 1932 — Some new Triassic Fossils from Brazil. *Annals and Magazine of Natural History*, London, 10 (10): 479-87, est. 19.
- — 1935 — Alguns Lamelibrânquios Triássicos do Brasil e Paraguai. *Boletim do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil*, Rio de Janeiro, 98: 9-20, 1 est., 1 mapa, 1940.
- DAEMON, R. F. — 1974 — Integração dos Resultados Paleontológicos aos de fauna e flora de camadas fossilíferas do Neopaleozóico da Bacia do Paraná-Implicações Estratigráficas e Paleogeográficas. *Revista UNIMAR*, 1 (1):25-41, ilustr.
- & QUADROS, L. P. — 1970 — "Bioestratigrafia do Neopaleozóico da Bacia do Paraná". In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 24º, Brasília — *Anais*. Brasília, Sociedade Brasileira de Geologia, p. 358-412, 9 est., 10 mapas, 2 gráf.
- DAVIS, J.W. — 1880 — On the genera *Pleuracanthus* Agass., including the genera *Orthacanthus*, Agass. and Goldf., *Diplodus*, Agass. and *Xenacanthus*, Beyr. *Quarterly Journal Geological Society of London*, London, 36 (143): 321-36, pl. XII, fig. 1-10.
- DAVIS, J. W. — 1883 — On the fossil fishes of the Carboniferous Limestone Series of Great Britain. *Scientific Transactions of the Royal Dublin Society*, Serie 2, Dublin, 1:327-566, pl. XLII-LXV.
- — 1892 — On the fossil fish-remains of the Coal Measures of the British Islands. Part. I — *Pleuracanthidae*. *Scientific Transactions Royal Dublin Society*, série 2, 4: 703-48. Pl. LXV-LXXIII.
- DELANEY, P.J.V. & GOÑI, J. — 1963 — Correlação preliminar entre as formações gondwânicas do Uruguai e do Rio Grande do Sul, Brasil. *Boletim Paranaense de Geografia*, Curitiba, 8/9: 3-21.
- DELLAZZANA, J. G. — 1973 — Contribuição à Palinologia

- da Formação Irati (Permiano) Rio Grande do Sul, Brasil. Tese (Dissert. Mestr.) Instituto de Geociências da UFRGS, Porto Alegre.
- DUNKLE, D. H. & SCHAEFFER, B. — 1956 — Preliminary description of a Paleoniscid fish from the Late Paleozoic of Brazil. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP*, São Paulo, 193 (12): 5-22, text-fig.
- EASTMAN, C.R. — 1902 — Carboniferous Sharks. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, Cambridge, 39 (3): 77-106, pl. I-VII, fig. 1-13.
- — 1903 — Carboniferous fishes from the Central Western States. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College*, Cambridge, 39 (7): 163-95, pl. 1-5, fig. 1-2.
- — 1917 — Fossil fishes in the Collection of the United States National Museum. *Proceedings of the U.S. National Museum*, New York, 52 (2177): 260-62, pl. 5 and 7.
- EFREMOV, I.A. — 1933 — Über die Labyrinthodonten der U.D.S.S.R. II. Permische Labyrinthodonten des Früheren Gouvernements Wjatka. 1. Neubeschreibung des Labyrinthodonten *Platyops stuckenbergi* Trautschold aus den Oberpermischen Ablagerungen des Flusses Kitjak, eines Nebenflusses der Wjatka. *Académie de Sciences de L'Union des Républiques Socialistes Soviétiques, Travaux de L'Institut Paléozoologique*, v. 2. p. 117-64.
- FIGUEIREDO FILHO, P.M. — 1972 — A faciologia do Grupo Passa Dois no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, 2 (4): 216-35, fig. 1-6, 5 fotos.
- FRITSCH, A. — 1893 — Fauna der Gaskohle und der Kalksteine der Permformation Böhmens. *Geological Magazine*, Hertford, 10 (346): 175-8.
- GAMERMANN, N. — 1973 — Formação Rosário do Sul. Pesquisas, Porto Alegre, 2 (1): 5-35, 7 fig., 1 mapa, perfil.
- GORDON Jr., M. — 1947 — Classificação das Formações Gondwânicas do Paraná, Sta. Catarina e Rio Grande do Sul. *Notas Preliminares e Estudos da Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM*, Rio de Janeiro, 38: 1-20.
- GROSS, W. — 1971 — Downtonische und Dittonische Acanthodier Reste des Ostsee-Gebietes. Downtonian and Dittonian acanthodian remains from the Baltic Sea Area. *Palaeontographica*, Bonn, Abt. A. 136: 1-82, taf. 1-10, text-fig. 1-28.
- GUERRA, M. — 1973 — Ocorrência do gênero *Polysolenoxylon* na Formação Irati no Rio Grande do Sul. Tese (Dissert. Mestr.) — Instituto de Geociências da UFRGS, Porto Alegre.
- — 1974 — "Uma nova madeira petrificada na Formação Irati no Rio Grande do Sul" In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28º, Porto Alegre — *Resumo das comunicações*. Porto Alegre, Sociedade Brasileira de Geologia, p. 381 (Boletim nº 1).
- — 1974 — "Occurrence of the genus *Polysolenoxylon* in Irati Formation, Rio Grande do Sul, Brasil". In: CONGRESSO ARGENTINO DE PALEONTOLOGIA E BIOESTRATIGRAFIA, 1º, Tucuman — *Resumo das comunicações*. Tucuman, p. 21.
- HESSEL, M. H. — 1973 — *Bageopitys articulata*, gen. et sp. nov. Madeira fóssil de gimnosperma da Formação Irati, Rio Grande do Sul, Brasil. Tese (Dissert. Mestr.) — Instituto de Geociências da UFRGS, Porto Alegre.
- HOTTON, N. — 1952 — Jaws and teeth of American Xenacanth Sharks. *Journal of Paleontology*, Tulsa, 26 (3): 489-500, text-fig. 1-4.
- KRAUSEL, R. & DOLIANITI, E. — 1958 — Gymnospermenhölzer aus dem Paläozoikum Brasiliens. *Palaeontographica*, Stuttgart, 104B (4/6): 115-37, est. 16-26, 7 tab.
- LANDIM, P. M. B. — 1970 — O Grupo Passa Dois (P) na bacia do rio Corumbataí (SP). *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM*, Rio de Janeiro, 252: 1-103, fig. 1-2, fotos 1-23, 1 mapa.
- LEANZA, A. F. — 1948 — El llamado Triásico marino de Brasil Paraguai, Uruguay y la Argentina. *Revista de la Asociacion Geologica Argentina*, Buenos Aires, 3(3): 219-44.
- LIMA E CUNHA, M. C. — 1972 — Contribuição à Paleontologia estratigráfica do Grupo Passa Dois no Rio Grande do Sul. Tese (Dissert. Mestr.) — Instituto de Geociências da UFRGS, Porto Alegre.
- MAACK, R. — 1947 — *Lycopodiopsis derbyi* Renault, documento da idade paleozóica das camadas Terezina do Brasil Meridional. Separata de: *Arquivos de Biologia e Tecnologia*, Rio de Janeiro, 2: 155-208, 34 fig.
- MACHADO, E. R. & CASTANHO, O. S. — 1957 — Pesquisas de carvão mineral na faixa sedimentar do RGS. 1ª etapa: Trecho Arroio Taquara (Minas do Leão, São Jerônimo), Arroio Capanêzinho (Cachoeira do Sul). Porto Alegre, DACM, Secretaria de Obras Públicas, RS, 35p.
- MARTINS, E.A. & SENA SOBRINHO, M. — 1951 — *Lycopodiopsis derbyi* (Renault) e *Glossopteris* sp. no Estrada Nova (Permiano-Triássico) do Rio Grande do Sul. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 23 (3): 323-9.
- MENDES, J.C. — 1944 — Lamelibrânquios triássicos de Rio Claro. (Est. de São Paulo). *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP*, São Paulo, 45 (1): 41-76, 2 est.
- — 1945 — A Série Estrada Nova no Norte do Paraná. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 17 (3): 209-17.
- — 1949 — Novos lamelibrânquios fósseis da Série Passa Dois, sul do Brasil. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM*, Rio de Janeiro, 133: 1-40, 2 est.
- — 1952 — A Formação Corumbataí na região do rio Corumbataí. Estratigrafia e descrição dos lamelibrânquios. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP*, São Paulo, 145 (8): 1-119, 3 est., 1 text-fig.
- — 1954 — Contribuição à Estratigrafia da Série Passa Dois no Estado do Paraná. *Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP*, São Paulo, 175 (10): 1-119, text-fig.
- — 1967 — "The Passa Dois Group". (The Brazilian portion of the Paraná Basin). In: BIGARELLA, J.J. et alii — *Problems in Brazilian Gondwana Geology*, Curitiba, p. 119-66, 7 fig., pl. 41-61.
- et alii — 1966 — A Formação Irati (Permiano) e fácies associadas. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, São Paulo, 15 (3): 24-43.
- & FULFARO, V. J. — 1966 — As Camadas Gondwânicas no Nordeste do Paraná. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, São Paulo, 15 (4): 29-42, 6 fig.
- & MEZZALIRA, S. — 1946 — Posição estratigráfica dos novos horizontes com vegetais fósseis da Formação Estrada Nova. *Notas Preliminares e Estudos da Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM*, Rio de Janeiro, 30: 1-4, 4 fig.
- MESNER, J.C. & WOOLDRIDGE, L.C. — 1964 — Maranhão Paleozoic Basin and Cretaceous coastal basins, North Brazil. *Bulletin of American Association of Petroleum Geologists*, Tulsa, Okla, 48 (9): 1475-512, 29 fig.
- MOY-THOMAS, J.A. — 1971 — *Paleozoic fishes*. 2ª ed., Philadelphia, W.B. Saunders Company. 259 p., il.

- NEWBERRY, J.S. — 1875 — Descriptions of fossil fishes. *Geological Survey of Ohio*, Columbus, 2(2): 1-64, 428-35, 6 pl.
- — 1889 — The Paleozoic fishes of North America. *Monographs of the United States Geological Survey*, Washington, 37: 5-228, 337-40, 29 pls.
- — 1897 — New species and a new genus of American Paleozoic fishes, together with notes on the genera *Oracanthus*, *Dactylodus*, *Polyrhizodus*, *Sandalodus*, *Deltodus*. *Transactions of the New York Academy of Sciences*, New York, 16: 282-305, pl. XXII-XXIV.
- OLSON, E.C. — 1965 — New Permian Vertebrates from the Chickasha Formation in Oklahoma. *Oklahoma Geological Survey*, Norman, 70: 1-70, fig. 1-5.
- ORLOV, Y.A. — 1967 — Fundamentals of Paleontology. Trad. Russo, Jerusalém, Israel Program for Scientific Translation, v. 11.
- PADULA, V.T. — 1968 — Estudos Geológicos da Formação Irati — Sul do Brasil. *Boletim Técnico da Petrobrás*, Rio de Janeiro, 11 (3): 407-30.
- PEYER, B. — 1957 — Über die morphologische Deutung der Flossenstacheln einiger Haisfische. *Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern*, 14: 159-77, pl. X, fig. 1-7.
- — 1968 — Comparative odontology. Chicago, University of Chicago, 347p. il.
- PLEDGE, N.S. — 1967 — Fossil elasmobranch teeth of South Australia and their stratigraphic distribution. *Transactions of the Royal Society of South Australia*, Adelaide, 91: 135-60, 4 pl.
- PLUMMER, F. B. et alii — 1948 — Estados do Maranhão e Piauí. *Relatório do Conselho Nacional do Petróleo*, Rio de Janeiro, 87-134, il., 2 mapas.
- PINTO, I.D. — 1955 — Descoberta de fósseis na Formação Palermo no Rio Grande do Sul. *Boletim do Instituto de Ciências Naturais da UFRGS*, Porto Alegre, 2: 19-23, 3 est.
- — 1965 — Novos insetos da Formação Irati: o problema da idade das Formações Irati e Rio Bonito. *Avulso da Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM*, Rio de Janeiro, 40: 61-2 (Apresentado no 19º Congresso Brasileiro de Geologia, 1970).
- — 1971 — Reconstituição de *Pygaspis* Beurlen 1934 (Crustáceos, Pygocephalomorpha). Sua posição sistemática, seu significado e de outros fósseis para o Gondwana. *Simpósio Brasileiro de Paleontologia*, Rio de Janeiro, 1970. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 43, 47 fig. Suplemento.
- — 1972 — Late paleozoic insects and crustaceans from Paraná Basin and their bearing on chronology and Continental Drift. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, São Paulo, 44: 247-54, 4 pls., 1 tab. suplemento.
- — 1972 — Permian insects from the Paraná Basin, South Brazil. I. Mecoptera. *Revista Brasileira de Geociências*, USP, São Paulo, 2 (2): 105-16, pl. 1-3, 1 mapa.
- PINTO, I.D. & CLOSS, D. — 1967 — Índice remissivo dos fósseis do Rio Grande do Sul. *Iheringia: Geologia*, Porto Alegre, 1: 3-76, 6 figs.
- PRICE, I. L. — 1948 — Um anfíbio labirintodonte da Formação Pedra do Fogo, Estado do Maranhão. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM*, Rio de Janeiro, 124: 1-32, est. 1-3.
- RÖSLER, O. — 1970 — Novas ocorrências fossilíferas do Grupo Passa Dois no Rio Grande do Sul. Tese (Dissert. Mestr.) — Instituto de Geociências da UFRGS, Porto Alegre.
- SALAMUNI, R. — 1963 — Estruturas sedimentares singenéticas e sua significação na série Passa Dois. *Boletim da Universidade do Paraná*, Curitiba, 1-90, 8 tab., 15 fig.
- SANTOS, R. S. — 1946 — Duas novas formas de Elasmobrânquios do Paleozóico do Meio do Norte, Brasil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, 18 (4): 281-5, 2 est.
- SCHRAGE, C. — 1973 — *Barakaroxydon brasiliense*, sp. nov. Madeira fóssil da Formação Irati: Rio Grande do Sul, Brasil. Tese (Dissert. Mestr.) — Instituto de Geociências da UFRGS, Porto Alegre.
- SHIKAMA, I. & OZAKI, H. — 1966 — On the reptilian skeleton from the Palaeozoic Formation of San Paulo, Brazil. *Transaction and Proceedings of Paleontological Society of Japan*, New Series, (64): 351-8, fig. 1-2, pl. 38-9.
- SOMMER, F. W. & TRINDADE, N. M. — 1966 — Lycopodiales do Gondwana Brasileiro. *Boletim da Divisão de Geologia e Mineralogia do DNPM*, Rio de Janeiro, 230: 1-31, 8 est.
- TRAQUAIR, R. H. — 1884 — Description of a Fossil Shark (*Ctenacanthus costellatus*) from the Lower Carboniferous Rocks of Eskdale, Dumfries-shire. *Geological Magazine*, London, 1 (1): 1-6, pl. II.
- — 1888 — Notes on carboniferous selachii. *Proceedings of the Royal Physical Society*, Edinburg, 9 (3): 412-26.
- WHITE, I. C. — 1908 — Relatório sobre as "Coal Measures" e rochas associadas do sul do Brasil. *Relatório Final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil*, Rio de Janeiro, 1: 1-300, il.
- WHITE, D. — 1908 — Flora fóssil das "Coal Measures" do Brasil. *Relatório Final da Comissão de Estudos das Minas de Carvão de Pedra do Brasil*, Rio de Janeiro, 3: 337-617, pl. 5-14.
- WHORTHEN, A. H. — 1866 — Remarks on the occurrence of fossil fishes in Illinois. *Geological Survey of Illinois*, Chicago, Section I, p. 11-134, pl. I-XIII.
- & MEEK, F. B. — 1886 — Palaeontology of Illinois. Section II. Descriptions of invertebrates. *Geological Survey of Illinois*, Chicago, 6: 251-480, pl. 1-33.
- ZINGANO, A.G. & CAUDURO, A. D. — 1959 — Afloramentos fossilíferos do Rio Grande do Sul. *Boletim do Instituto de Ciências Naturais da UFRGS*, Porto Alegre, 8: 1-48, 1 mapa, il.

Legendas das fotos

Fotos 1, 2 e 3 — Afloramento do km 258 da BR-293, entroncamento para Rosário do Sul. Folhelhos siltíticos acinzentados com níveis mais arenosos avermelhados da facies Caveiras. Formação Estrada Nova.

Fotos 4 e 5 — Afloramento na estrada para Rosário do Sul, a 500m do entroncamento. Folhelhos róseos com estratificações plano-paralela e concreções calcárias elipsoidais da parte média da Formação Estrada Nova.

Foto 6 — Afloramento na estrada para Rosário do Sul, 2.500m a NW do entroncamento. Espessos termos arenosos de cor avermelhada, típicos da parte superior da Formação Estrada Nova.

Foto 7 e 10 — Afloramento na estrada que segue para Rosário do Sul, a 2.500m a NW do entroncamento com a BR-293. "Ripple marks" ocorrentes nos termos arenosos da facies Armada, Formação Estrada Nova.

Foto 8 — Mesmo afloramento. Rastros de vermes.

Foto 9 — Mesmo afloramento. Microestratificação cruzada.

Fotos 11 e 12 — Afloramento do km 27 da BR-153, rodovia Bagé-Aceguá. Siltitos róseos com estratificação plano-paralela, mostrando lentes de arenito de cor arroxeada da parte médio-superior da Formação Estrada Nova. Na foto 11 observa-se a lente de arenito com um nível rico em escamas, ichtiodontes e outros restos de peixes.

1

6

2

5

3

4

7

8

9

10

11

12

Esagero vertical: 10 x

PERFIL GEOLÓGICO BAGÉ-ACEGUÁ
Ao longo da BR-153

Adaptado de Figueiredo Filho, 1972

FIGURA 3

LEGENDA cf. FIGURA 1

Figura 5 - LOCALIZAÇÃO DO AFLORAMENTO DO km. 259 NA BR-293. LOCALIDADE DE CAVEIRAS, MUNICÍPIO DE DOM PEDRITO.

Figura 7 - LOCALIZAÇÃO DAS SONDAGENS ESTUDADAS NA ÁREA DE MINAS DO LEÃO.

Estratigrafia Ichtiodontes e Ichtiodorulitos		GRUPO PASSA DOIS		
		Fm IRATI	Fm ESTRADA NOVA	
		Tiaraju Valente	Caveiras	Armada
PALEONISCIDA	A			
	B			
	C			
	D			
	E			
	F			
	G			
ELASMOBRANCHII	<i>Xenacanthus pricei</i> Würdig-Maciel, sp. nov.			
	<i>Xenacanthus santosi</i> Würdig-Maciel, sp. nov.			
	<i>Ctenacanthus</i> sp. Agassiz			
	Gênero A			
	Gênero B			
	Gênero C			
<i>Orodus milleri</i> Würdig - Maciel, sp. nov.				
Acanthodii (?)				

desenho: naira silveira

Figura 9 - DISTRIBUIÇÃO ESTRATIGRÁFICA DOS ICTIODONTES E ICTIODORULITOS DO GRUPO PASSA DOIS NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL.

ESTAMPA I

1 - 1000

1 - 1000

1 - 1000

1 - 1000

1 - 1000

ESTAMPA I

1 - 1000

1 - 1000

А П

ESTAMPA II

ESTAMPA III

ESTAMPA III

ESTAMPA III

ESTAMPA III

ESTAMPA III

ESTAMPA III

ESTAMPA III

ESTAMPA III

ESTAMPA I

Aprox. 15x

Ichtiodonte A

Formação Estrada Nova, Permiano Superior. Dom Pedrito,
Rio Grande do Sul.

1. Hypotypus MP-M-43
 - A - Vista lingual
 - B - Vista lateral
 - C - Vista labial
2. Plesiotypus MP-M-44
 - A - Vista lingual
 - B - Vista lateral
 - C - Vista labial
3. Plesiotypus MP-M-45
 - A - Vista lingual
 - B - Vista lateral
 - C - Vista labial
4. Plesiotypus MP-M-46
 - A - Vista lingual
 - B - Vista lateral
 - C - Vista lateral

ESTAMPA IV

ESTAMPA II

Aprox. 15x

a. costela b. sulco

Ichtiodonte B

Formação Estrada Nova, Permiano Superior. Dom Pedrito,
Rio Grande do Sul.

1. Hypotypus MP-M-48
 - A - Vista lingual
 - B - Vista lateral
 - C - Vista labial
2. Plesiotypus MP-M-49
 - A - Vista lingual
 - B - Vista lateral
 - C - Vista labial
3. Plesiotypus MP-M-50
 - A - Vista lingual
 - B - Vista lateral
 - C - Vista labial

ESTAMPA V

ESTAMPA III

Aprox. 15x

Ichtiodonte B

Formação Estrada Nova, Permiano Superior. Dom Pedrito,
Rio Grande do Sul.

1. Plesiotypus MP-M-51
 - A - Vista lingual
 - B - Vista lateral
 - C - Vista labial

Ichtiodonte E

Formação Estrada Nova, Permiano Superior. Dom Pedrito,
Rio Grande do Sul.

2. Hypotypus MP-M-61
 - A - Vista lingual
 - B - Vista lateral
 - C - Vista labial
 - D - Vista lateral

ESTAMPA VI

ESTAMPA IV

Aprox. 15x

Ichtiodonte C

Formação Estrada Nova, Permiano Superior. Dom Pedrito,
Rio Grande do Sul.

1. Hypotypus MP-M-52
A - Vista lateral
B - Vista labial
C - Vista lingual
2. Plesiotypus MP-M-53
Vista lateral
3. Plesiotypus MP-M-54
Vista lateral
4. Plesiotypus MP-M-57
Vista lateral
5. Plesiotypus MP-M-55
Vista lateral
6. Plesiotypus MP-M-56
A - Vista lateral
B - Vista lingual
C - Vista labial

Ichtiodonte D

Formação Estrada Nova, Permiano Superior. Dom Pedrito,
Rio Grande do Sul.

7. Hypotypus MP-M-58
A - Vista lateral
B - Vista lateral
 8. Plesiotypus MP-M-59
A - Vista lateral
B - Vista lingual
C - Vista labial
D - Vista lateral
 9. Plesiotypus MP-M-60
A - Vista lateral
B - Vista lingual
C - Vista labial
D - Vista lateral
-

ESTAMPA VII

ESTAMPA VII

ESTAMPA VII

ESTAMPA VII

ESTAMPA VII

ESTAMPA VII

ESTAMPA VII

ESTAMPA VII

ESTAMPA V

Aprox. 15x

Ichtiodonte F

Formação Estrada Nova, Permiano Superior. Dom Pedrito,
Rio Grande do Sul.

1. Hypotypus MP-M-62
A - Vista lateral
B - Vista lingual
C - Vista labial	6. Plesiotypus MP-M-67
A - Vista lateral
B - Vista lingual
C - Vista labial
2. Plesiotypus MP-M-63
Vista lateral	7. Plesiotypus MP-M-68
Vista lateral
3. Plesiotypus MP-M-64
Vista lateral	8. Plesiotypus MP-M-69
Vista lateral
4. Plesiotypus MP-M-65
Vista lateral	9. Plesiotypus MP-M-70
Vista lateral
5. Plesiotypus MP-M-66
Vista lateral	10. Plesiotypus MP-M-71
Vista lateral

Ichtiodonte G

Formação Estrada Nova, Permiano Superior. Dom Pedrito,
Rio Grande do Sul.

11. Plesiotypus MP-M-75
A - Vista lateral
B - Vista lingual
C - Vista labial | 12. Plesiotypus MP-M-76
A - Vista lateral
B - Vista lingual
C - Vista labial |
|---|---|

ESTAMPA VIII

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

ESTAMPA VIII

Fig. 4

Fig. 5

Fig. 6

Fig. 7

Fig. 8

Fig. 9

ESTAMPA VI

Aprox. 15x

Ichtiodonte G

Formação Estrada Nova, Permiano Superior. Dom Pedrito,
Rio Grande do Sul.

1. Plesiotypus MP-M-77
A - Vista lingual
B - Vista lateral
C - Vista labial
2. Plesiotypus MP-M-78
A - Vista lingual
B - Vista lateral
C - Vista labial
3. Plesiotypus MP-M-79
A - Vista lingual
B - Vista lateral
C - Vista labial

ESTAMPA IX

ESTAMPA VII

Aprox. 15x

Ichtiodonte G

Formação Estrada Nova, Permiano Superior. Dom Pedrito,
Rio Grande do Sul.

1. Hypotypus MP-M-72
 - A - Vista lingual
 - B - Vista lateral
 - C - Vista labial
2. Plesiotypus MP-M-73
 - A - Vista lingual
 - B - Vista lateral
 - C - Vista lateral
 - D - Vista labial
3. Plesiotypus MP-M-74
 - A - Vista lingual
 - B - Vista lateral
 - C - Vista labial

ESTAMPA X

ESTAMPA VIII

Aprox. 11x

a. cúspide b. cúspule c. base

Xenacanthus santosi Würdig-Maciel, sp. nov.

Formação Estrada Nova, Permiano Superior. Dom Pedrito,
Rio Grande do Sul.

1. Holotypus MP-M-80
 - A - Vista labial
 - B - Vista lateral direita
 - C - Vista lingual
 - D - Vista superior
 - E - Vista lateral esquerda
 - F - Vista inferior
2. Paratypus MP-M-81
 - A - Vista labial
 - B - Vista lateral direita
 - C - Vista superior
 - D - Vista latero-lingual. (Detalhe da ornamentação da cúspide direita).

ESTAMPA XI

ESTAMPA XI

1. - Vista general del país.
2. - Vista de la capital.
3. - Vista de la ciudad de México.
4. - Vista de la ciudad de Puebla.
5. - Vista de la ciudad de Oaxaca.
6. - Vista de la ciudad de Veracruz.
7. - Vista de la ciudad de Yucatán.
8. - Vista de la ciudad de Campeche.
9. - Vista de la ciudad de Quintana Roo.
10. - Vista de la ciudad de Baja California.

ESTAMPA IX

Aprox. 11x

a. botão apical b. tubérculo basal c. borda d. forâmens nutritivos

Xenacanthus santosi Wûrdig-Maciel, sp. nov.

Formação Estrada Nova, Permiano Superior. Dom Pedrito,
Rio Grande do Sul.

1. Paratypus MP-M-82
 - A - Vista labial
 - B - Vista lingual superior
 - C - Vista lateral esquerda
 - D - Vista inferior
2. Paratypus MP-M-83
 - A - Vista lateral esquerda
 - B - Vista lingual superior
 - C - Vista inferior

ESTAMPA X

Aprox. 15x

a. margem b. carena c. estrias d. costelas

Xenacanthus santosi Würdig-Maciel, sp. nov.

Formação Estrada Nova, Permiano Superior. Dom Pedrito, Rio Grande do Sul.

1. Paratypus MP-M-84
 - A - Vista lingual
 - B - Vista lateral
 - C - Vista labial
2. Paratypus MP-M-85
 - Vista lingual
3. Paratypus MP-M-86
 - A - Vista lingual
 - B - Vista labial
4. Paratypus MP-M-87
 - A - Vista latero-lingual
 - B - Vista lateral
 - C - Vista labial
5. Paratypus MP-M-88
 - A - Vista lingual
 - B - Vista lateral
 - C - Vista labial
6. Paratypus MP-M-89
 - A - Vista lingual
 - B - Vista lateral
 - C - Vista lateral
 - D - Vista labial

ESTAMPA XI

Aprox. 30x

***Xenacanthus pricei* Würdig-Maciel, sp. nov.**

Formação Irati, Permiano Médio. Minas do Leão, Rio Grande do Sul.

1. Holotypus MP-M-23
 - A - Vista labial
 - B - Vista lateral esquerda
 - C - Vista lingual
 - D - Vista inferior
2. Paratypus MP-M-90
 - A - Vista lingual superior
 - B - Vista lateral direita
 - C - Vista inferior
3. Paratypus MP-M-91
 - A - Vista lingual superior
 - B - Vista lateral esquerda
 - C - Vista inferior

ESTAMPA XIV

ESTAMPA XII

a. cone b. sub-cone c. cintura d. coroa e. base

Orodus milleri Würdig-Maciel, sp. nov.

Formação Estrada Nova, Permiano Superior. Dom Pedrito, Rio Grande do Sul

1. Holotypus MP-M-92
 - A - Vista superior
 - B - Vista inferior
 - C - Vista lateral
 - D - Vista labial
 - C - Vista lingualAprox. 11x

Ctenacanthus, sp. Agassiz, 1835

Formação Estrada Nova, Permiano Superior. Dom Pedrito, Rio Grande do Sul

2. Hypotypus MP-M-100
 - Vista lateralAprox. 4x

Acanthodii?

Formação Estrada Nova, Permiano Superior. Dom Pedrito, Rio Grande do Sul

3. Hypotypus MP-M-98
 - A - Fragmento de ichtiodorulito mostrando a escultura
 - B - Fragmento de ichtiodorulito mostrando a esculturaAprox. 11x
4. Hypotypus MP-M-101
 - Vista lateral de um fragmento de placa dermal (?)Aprox. 15x

ESTAMPA XV

Estimada Señora D. María de los Angeles de la Cruz y Caceres, mi esposa, a quien se le ha concedido el honor de ser la primera dama de la ciudad de Mérida, Yucatán, México.

En virtud de lo anterior, se le ha concedido el honor de ser la primera dama de la ciudad de Mérida, Yucatán, México, y se le ha concedido el honor de ser la primera dama de la ciudad de Mérida, Yucatán, México.

1. En virtud de lo anterior, se le ha concedido el honor de ser la primera dama de la ciudad de Mérida, Yucatán, México.

2. En virtud de lo anterior, se le ha concedido el honor de ser la primera dama de la ciudad de Mérida, Yucatán, México.

ESTAMPA XV

3. En virtud de lo anterior, se le ha concedido el honor de ser la primera dama de la ciudad de Mérida, Yucatán, México.

4. En virtud de lo anterior, se le ha concedido el honor de ser la primera dama de la ciudad de Mérida, Yucatán, México.

En virtud de lo anterior, se le ha concedido el honor de ser la primera dama de la ciudad de Mérida, Yucatán, México.

En virtud de lo anterior, se le ha concedido el honor de ser la primera dama de la ciudad de Mérida, Yucatán, México.

En virtud de lo anterior, se le ha concedido el honor de ser la primera dama de la ciudad de Mérida, Yucatán, México.

En virtud de lo anterior, se le ha concedido el honor de ser la primera dama de la ciudad de Mérida, Yucatán, México.

ESTAMPA XIII

1. Associação da ichtiofáunula da Formação Estrada Nova no Estado do Rio Grande do Sul (Dom Pedrito).

Elasmobranchiomorphi - Aprox. 7,5 x (Exceto: Ctenacanthus sp. -
Aprox. 2x)
Acanthodii ? - Aprox. 7,5x
Paleoniscida - Aprox. 5x

2. Associação da ichtiofáunula da Formação Estrada Nova no Estado de São Paulo (Piracicaba).

Elasmobranchiomorphi - Aprox. 15x
Paleoniscida - Aprox. 5x
Demais ichtiodontes - Aprox. 5x

3. Associação da ichtiofáunula da Formação Irati no Estado do Rio Grande do Sul (Minas do Leão).

Elasmobranchiomorphi - Aprox. 19x
Paleoniscida - Aprox. 5x

ESTAMPA XIV

a. ortodentina b. dentina modificada c. esmalte d. cavidade pulpar
e. tubulações de dentina f. linhas de ortodentina g. capucho apical.

Ichtiodontes A, B, C, G

Formação Estrada Nova, Permiano Superior. Dom Pedrito, Rio Grande do Sul.

Ichtiodonte C

1. Plesiotypus MP-M-54. Seção longitudinal
Aprox. 40x

Ichtiodonte A

2. Plesiotypus MP-M-44. Seção longitudinal
Aprox. 40x

Ichtiodonte B

- 3A. Plesiotypus MP-M-49. Seção longitudinal
3B. Seção transversal do mesmo espécimen.
Aprox. 30x

Ichtiodonte G

4. Plesiotypus MP-M-79. Seção longitudinal
Aprox. 25x
5. Plesiotypus MP-M-77. Seção longitudinal
Aprox. 35x

ESTAMPA XV

a. ortodentina b. dentina trabecular c. vitrodentina d. cavidade pulpar
e. tubulações de dentina f. linhas de ortodentina g. cavidade medular

***Xenacanthus santosi* Würdig-Maciel, sp. nov.**

Formação Estrada Nova, Permiano Superior. Dom Pedrito, Rio Grande do Sul.

1. Paratypus MP-M-81
Seção longitudinal da cúspide. Aprox. 20x
2. Paratypus MP-M-97
Seção transversal da cúspide. Aprox. 35x
3. Paratypus MP-M-96
Seção longitudinal da cúspide. Aprox. 40x
4. Paratypus MP-M-95
Seção transversal da base, à altura do botão apical. Aprox. 20x

***Ctenacanthus* sp.**

Formação Estrada Nova, Permiano Superior. Dom Pedrito, Rio Grande do Sul.

5. Plesiotypus MP-M-93
Seção transversal à altura da base de um ichtíodorulito. Aprox. 25x
6. Plesiotypus MP-M-94
Seção transversal entre a parte média e apical de um ichtíodorulito. Aprox. 25x