

Estas condições se refletem ao se agregar à interpretação, os planos de bandamentos amplamente orientados para SSE conforme seu mergulho (Figura 161). Eles indicam que o desenvolvimento das cavidades aproveitaram tanto a orientação e mergulho dos bandamentos (concordante ou discordantemente), como transversalmente ao longo dos planos.

A direção das fraturas (Figura 162) demonstrou comportamento preferencial para N, paralelamente às estruturas gerais e secundariamente ocorrência transversal ao longo dos planos de bandamento. Já as juntas de alívio (Figura 163) indicam o comportamento dominante transversal ao longo dos planos de bandamento.

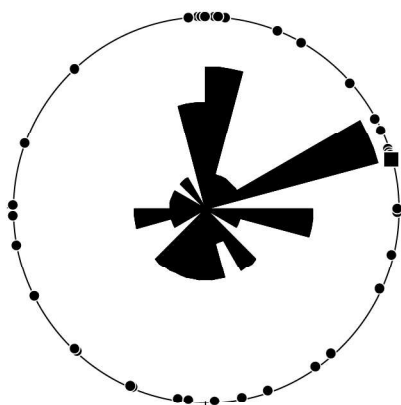


Figura 160: Direção principal de desenvolvimento das cavidades.

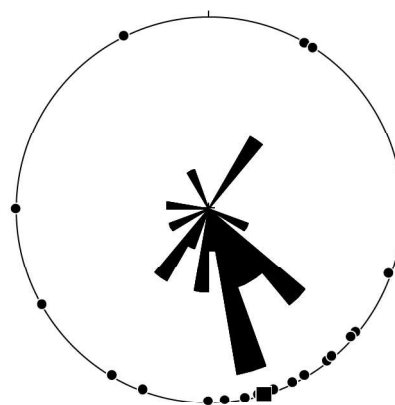


Figura 161: Direção dos planos de bandamento medidos conforme seu mergulho nas cavidades.

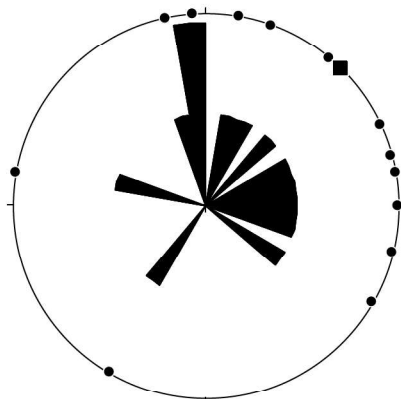


Figura 162: Direção de desenvolvimento das fraturas medidas em campo nas cavidades.

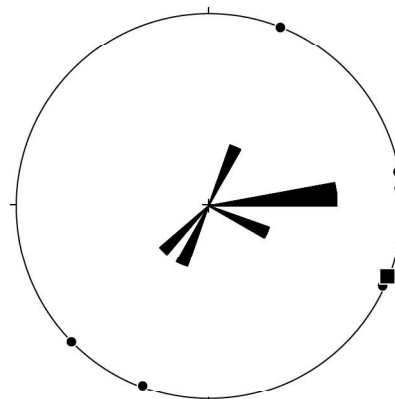


Figura 163: Direção de desenvolvimento das juntas de alívio medidas nas cavidades.

## 5.3- Espeleometria das cavernas

### 5.3.1- Cavidades em rochas ferríferas

Considerando como base de comparação os valores espeleométricos médios da base de dados da Vale com 377 cavidades em rochas ferríferas (Figura 164), apresentados no ANEXO 4, os atributos

de volume e área apresentaram valores médios crescentes do regional para a área de estudo, que apresentou os maiores valores, sendo  $90,27\text{m}^3$  e  $72,93\text{m}^2$  respectivamente. Na escala local, as médias de volume e área apresentaram valores intermediários de  $80,65\text{m}^3$  e  $61,38\text{m}^2$  e na escala regional, os menores valores de  $77,45\text{m}^3$  e  $58,07\text{m}^2$ . Este resultado confere, portanto, boa representatividade às cavidades da área de estudo nas escalas local e regional.

Com relação aos atributos projeção horizontal e desnível, observa-se valores médios muito próximos para as três escalas de abordagem: os valores médios foram maiores na escala local com  $22,69\text{m}$  de projeção horizontal e  $3,11\text{m}$  de desnível, intermediários na escala regional com  $21,99\text{m}$  e  $2,96\text{m}$  e menores na área de estudo com  $19,53\text{m}$  e  $2,36\text{m}$ . Esses resultados indicam que, comparativamente às escalas local e regional, as cavidades da área de estudo são caracterizadas por grandes volume e área, mas curta projeção horizontal e pequeno desnível.

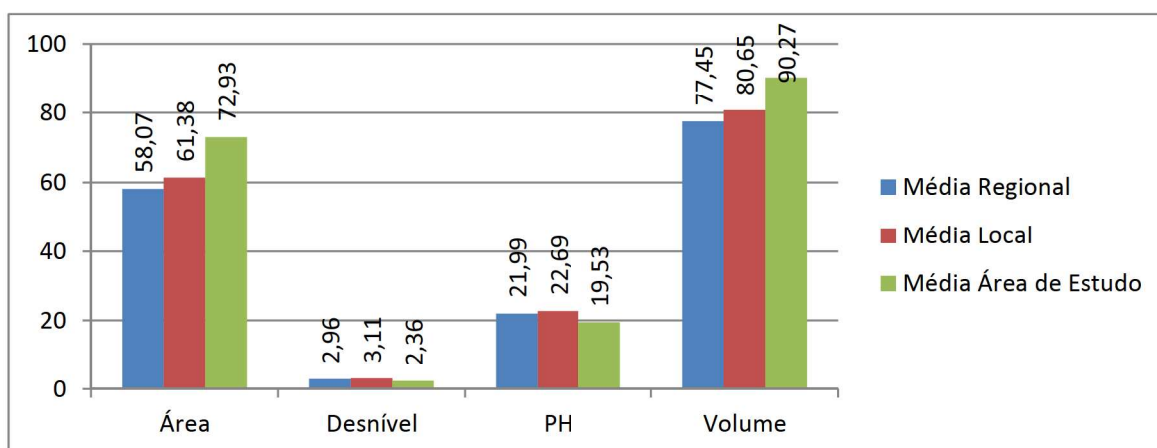


Figura 164: Valores médios de área, desnível, projeção horizontal (PH) e volume para as cavidades em rochas ferríferas da área de estudo, em relação aos das escalas local e regional.

Levando-se em conta os valores máximos, o volume da cavidade (MDIR\_0028) da área de estudo apresentou o maior resultado com relação a todas as escalas de análise, com um volume de  $868,9\text{m}^3$ . No que diz respeito ao atributo área, a Serra do Gandarela, na escala local, apresenta o maior valor, até mesmo em comparação ao restante do Quadrilátero Ferrífero, com uma área de  $676\text{m}^2$ , enquanto a valor máximo atingido na área de estudo foi de  $536,36\text{m}^2$ . O mesmo ocorre com o atributo projeção horizontal, cujo maior valor alcançado em escala regional foi em cavidade da Serra do Gandarela com  $345\text{m}$ , enquanto o valor máximo atingido na área de estudo foi de  $102,06\text{m}$ . Em relação ao atributo desnível, os valores foram aproximados, sendo os resultados máximos da área de estudo intermediários em relação às escalas local e regional, como apresentado na Figura 165 abaixo. Os atributos de área e volume apresentaram valores bastante

altos e se ressalta que cavidade existente na Serra do Gandarela apresenta, até o momento, os maiores valores de área (676 m<sup>2</sup>), projeção horizontal (345m) e volume (798m<sup>3</sup>) do Quadrilátero Ferrífero.

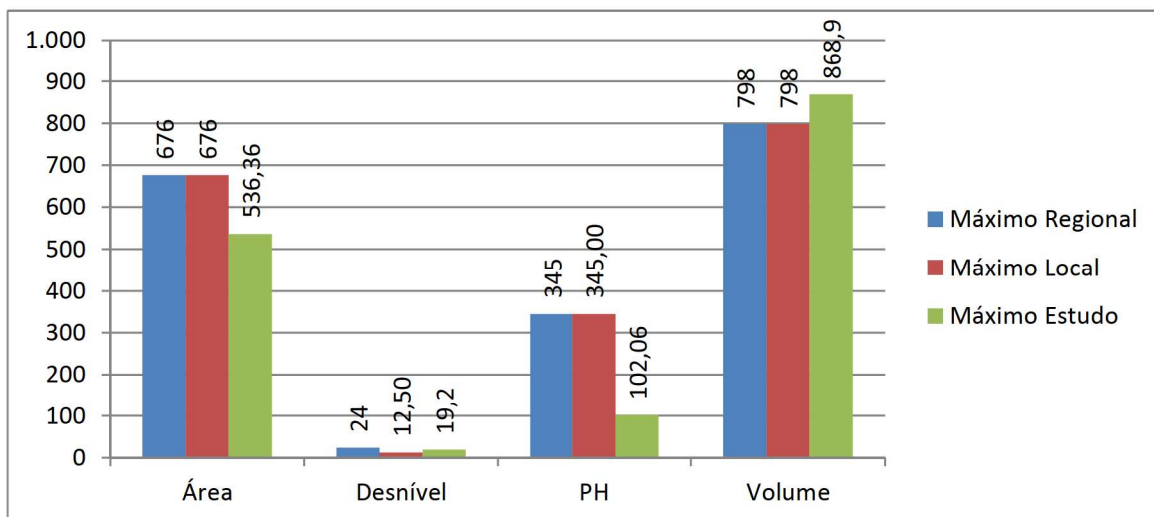


Figura 165: Valores máximos de área, desnível, projeção horizontal (PH) e volume para a cavidade em rochas ferríferas da área de estudo em relação ao das escalas local e regional.

Analisando os dados espeleométricos conforme a IN-2 (2009), obtiveram-se os seguintes limites de corte para as classes de importância local e regional e seus respectivos resultados apresentados na Tabela 4.

Tabela 4: Limites das classes de importância local e regional e os respectivos resultados pelos parâmetros espeleométricos das cavidades em rochas ferríferas analisadas.

Cálculo Local – Formações Ferríferas				
	Área	PH	Volume	Desnível
Média	61,38	22,69	80,65	3,11
Desvio Padrão	83,46	31,95	127,01	3,11
MED + DP (Limite Médio)	144,85	54,64	207,67	6,22
MED – DP (Limite Baixo)	-22,08	-9,25	-46,36	-0,01
Cálculo Regional – Formações Ferríferas				
	Área	PH	Volume	Desnível
Média	58,07	21,99	77,45	2,96
Dimensão Notável (5X a média regional)	290,34	109,96	387,26	-
Desvio Padrão	70,24	26,91	115,04	2,98
MED + DP (Limite Médio)	128,31	48,90	192,49	5,94
MED – DP (Limite Baixo)	-12,17	-4,91	-37,58	-0,02

Caverna	Área	Desnível	PH	Volume	Importância Local	Importância Regional
BRU_001	57,02	1,4	16,53	43,33	Significativa	Significativa
BRU_002	116,09	3,2	48,82	150,9	Acentuada	Acentuada
BRU_003	13,6	0,3	7,1	7,82	Significativa	Significativa
BRU_004	60,95	2,5	24,5	46,32	Significativa	Significativa
BRU_005	503,7	12,5	102,06	594,3	Acentuada	<b>Dimensão Notável</b>
BRU_006	57	1,9	14,26	39,9	Significativa	Significativa
BRU_007	26,04	1,2	10,06	24,99	Significativa	Significativa
BRU_008	51,76	0,5	17,66	26,39	Significativa	Significativa
BRU_009	68,7	2,6	25,1	60	Significativa	Acentuada
BRU_010	167,9	10,7	24,8	183	Significativa	Acentuada
BRU_011	18,6	2	13,1	8	Significativa	Significativa
BRU_012	9,2	0,2	5,1	7	Significativa	Significativa
BRU_019	21,5	0,5	6,1	10	Significativa	Significativa
BRU_021	155,4	2,1	33,2	207	Acentuada	Acentuada
BRU_022	33,9	1,3	12,4	47	Significativa	Significativa
BRU_023	17,5	0	5,6	20	Significativa	Significativa
BRU_025	16	0,4	5,4	28	Significativa	Significativa
BRU_028	12,7	0,4	6,1	11	Significativa	Significativa
BRU_032	9,1	0	14,1	149	Significativa	Significativa
BRU_034	53,54	0,7	14,81	79,29	Significativa	Significativa
BRU_035	10,44	0,7	14,69	4,8	Significativa	Significativa
MDIR_0014	18,09	1	7,88	10,01	Significativa	Significativa
MDIR_0025	46,06	0,5	12,9	18,88	Significativa	Significativa
MDIR_0027	24,06	2,2	6,7	13,47	Significativa	Significativa
MDIR_0028	536,36	4	100,7	868,9	Acentuada	<b>Dimensão Notável</b>
MDIR_0033	39,22	2,6	10,6	33,72	Significativa	Significativa
MDIR_0035	14,84	1,2	7,11	33,05	Significativa	Significativa
MDIR_0036	66,34	2,8	8,54	67,66	Significativa	Significativa
MDIR_0039	72,78	0,7	13,44	46,32	Significativa	Significativa
RF_119	18,51	0,5	8,65	9,25	Significativa	Significativa
RF_120	35,77	0,7	10,52	30,58	Significativa	Significativa
RF_121	102,08	2,6	42,44	138,83	Significativa	Significativa

Observando os dados médios nas escalas local e regional, foi possível constatar que as cavidades locais, da Serra do Gandarela, possuem espeleometria superior às das cavidades na unidade regional, do Quadrilátero Ferrífero-Conceição. Deste modo, ao se avaliar a importância das cavidades em estudo algumas adquiram uma importância regional acentuada em comparação à local, como é o caso das cavidades BRU\_009 e BRU\_010.

Localmente, 4 cavidades obtiveram importância acentuada (12,5%) e o restante, 28 cavidades (87,5%), obteve importância significativa. Regionalmente, 4 cavidades obtiveram importância acentuada (12,5%), 2 obtiveram dimensões notáveis (6,25%) e o restante, 26 cavidades (81,25%), obteve importância significativa. Nenhuma cavidade obteve baixa importância devido aos resultados negativos de limite de corte com a subtração da média pelo desvio padrão locais e regionais.

### 5.3.2- Cavidades em rochas quartzíticas

A cavidade em quartzito encontrada na área de estudo apresentou valores médios baixos a intermediários em relação às médias locais e regionais, cujo cálculo considerou os valores obtidos em 29 cavidades encontradas nas unidades da Serra do Gandarela (Carste, 2010) e do Quadrilátero Oeste - Serra da Moeda (Spelayon, 2012), apresentados no ANEXO 4. Enquanto o volume apresentou um valor de 35m<sup>3</sup> frente aos 200,42m<sup>3</sup> de média regional e a área apresentou um valor de 13m<sup>2</sup> frente aos 101,74 m<sup>2</sup> da média regional. Em relação aos atributos desnível e projeção horizontal, os resultados apresentaram diferenças menores, com 8,6m frente aos 26,30m da média regional, para a projeção horizontal, e de 5,10m frente aos 7,31m da média local para o desnível, conforme a Figura 166.

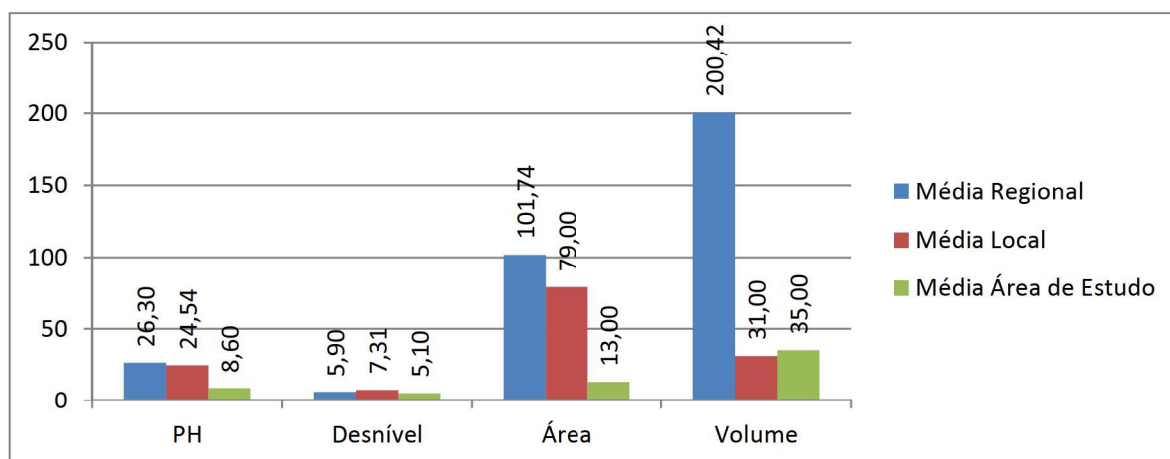


Figura 166: Valores médios de área, desnível, projeção horizontal (PH) e volume para as cavidades em quartzito da área de estudo, em relação ao das escalas local e regional.

No que diz respeito aos valores máximos, a diferença entre as escalas local e regional se amplia muito, com os valores máximos obtidos na escala regional subindo para um volume de 2.187,72m<sup>3</sup>, uma área de 1.104,71m<sup>2</sup>, uma projeção horizontal de 214,15m e um desnível de

41,31, que são valores sempre muito superiores aos atingidos na escala local e na área de estudo.

A Figura 167 apresenta o comparativo dos valores.

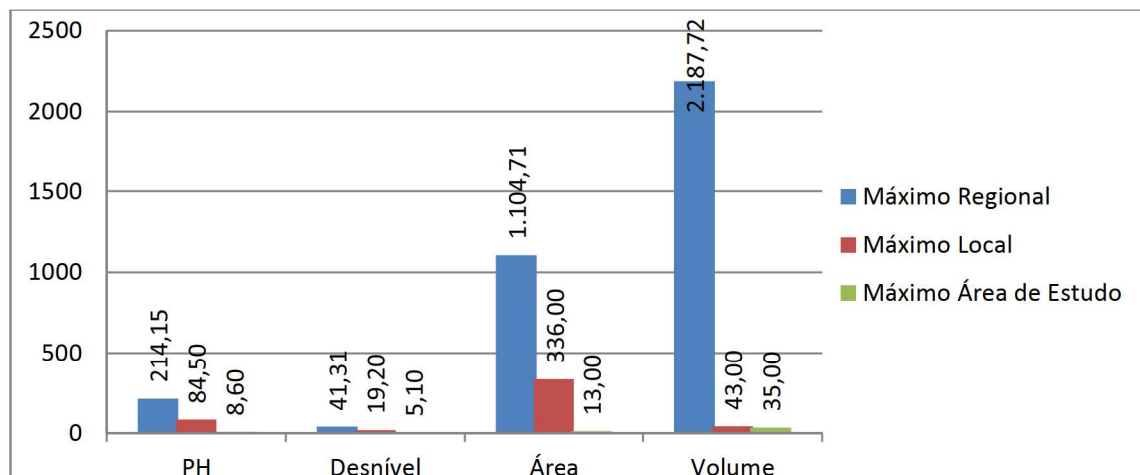


Figura 167: Resultados máximos de área, desnível, projeção horizontal (PH) e volume para a cavidade em quartzito da área de estudo e para as escalas locais e regionais.

Analisando os dados espeleométricos conforme a IN-2 (2009), obtiveram-se os seguintes limites de corte para as classes de importância local e regional e seus respectivos resultados apresentados na Tabela 5. A análise indicou que em ambas escalas a única cavidade em quartzito da área de estudo possui importância significativa.

Tabela 5: Limites das classes de importância local e regional e os respectivos resultados pelos parâmetros espeleométricos das cavidades em quartzito analisadas.

Cálculo Local – Quartzitos						
	Área	PH	Volume	Desnível		
Média	79,00	24,54	31,00	7,31		
Desvio Padrão	99,92	25,23	12,00	5,23		
MED + DP (Limite Médio)	178,92	49,77	43,00	12,54		
MED – DP (Limite Baixo)	-20,92	-0,68	19,00	2,08		
Cálculo Regional – Quartzitos						
	Área	PH	Volume	Desnível		
Média	104,75	26,83	208,77	6,09		
Dimensão Notável (5X a média regional)	523,74	134,13	1043,86	-		
Desvio Padrão	201,59	39,86	403,87	7,66		
MED + DP (Limite Médio)	306,34	66,68	612,64	13,74		
MED – DP (Limite Baixo)	-96,84	-13,03	-195,10	-1,57		
Caverna	Área	Desnível	PH	Volume	Importância Local	Importância Regional
BRU_014	8,6	5,1	13	35	Significativa	Significativa

## 5.4- Aspectos hidrológicos

A análise do comportamento hidrológico reinante nas cavidades inseridas na área de estudos permitiu observar, nessas, a ocorrência de feições e/ou processos hidrológicos bastante diferenciados. Do total das cavidades estudadas observou-se que 9 (19%) delas não apresentavam nenhuma marca de funcionamento hidrológico. Nas outras cavidades, 17 (35%) apresentavam processos de condensação, 12 (25%) de gotejamento, 5 (11%) de percolação, 4 (8%) de escoamento temporário e 1 (2%) encontrava-se sob drenagem temporária, como na Figura 168.

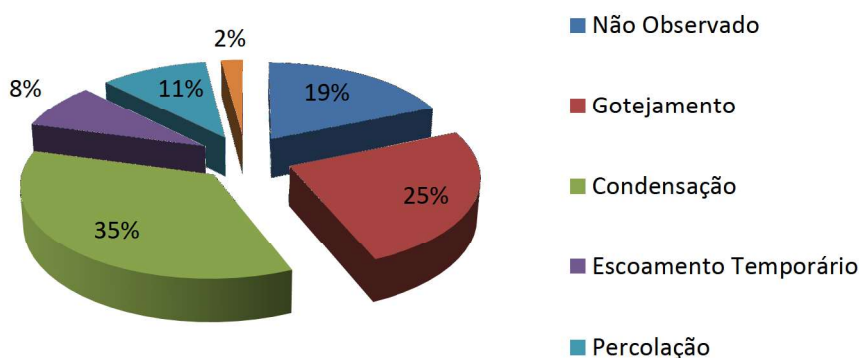


Figura 168: Repartição estatística em função de processos hidrológicos observados.

## 5.5- Morfologia das cavernas

A análise morfológica das cavernas envolveu a caracterização do padrão planimétrico, das feições morfológicas ocorrendo nas mesmas e a inclinação de seu piso.

O padrão planimétrico foi caracterizado com base na análise da planta baixa das cavidades, permitindo a identificação de 4 (quatro) padrões: retilínea, salão único, esponjiforme e dendrítica, cuja ocorrência estatística no conjunto das cavernas estudadas se encontra ilustrada na Figura 169.

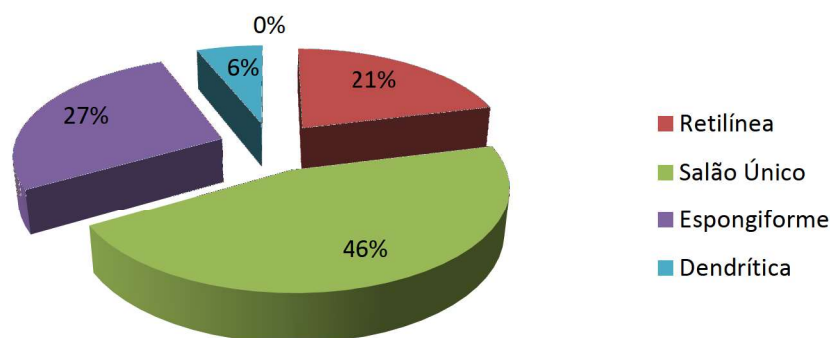


Figura 169: Repartição estatística das cavidades em função do padrão planimétrico.

As feições morfológicas apresentam várias modalidades dentro das cavernas, conforme certa variabilidade observada e levantada no conjunto das cavernas inseridas neste estudo. Do conjunto, apenas 3% delas não apresentou ocorrência nenhuma de feição morfológica específica. A Figura 170 apresenta as principais feições morfológicas observadas nas cavidades.

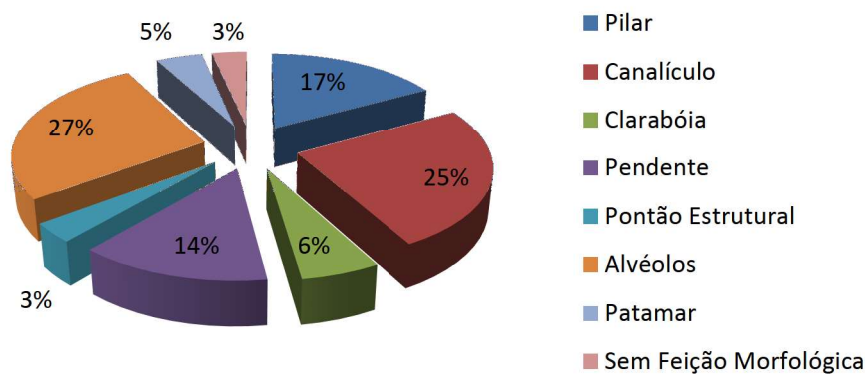


Figura 170: Percentual de cavidades em função de feições morfológicas observadas.

Com base nesta repartição estatística, pode-se observar que as feições mais recorrentes são os Alvéolos e Canalículos, observados em 27% e 25% das cavidades, respectivamente. Secundariamente, as feições mais recorrentes são: Pilar (17%), Pendente (14%). O restante das feições encontradas são relacionadas à condição estrutural das cavidades e apresentam baixa recorrência, sendo: Clarabóia (6%), Patamar (5%), Pontão estrutural (3%).



Quanto à caracterização da inclinação do piso, 58% das cavidades em estudo apresentaram piso relativamente plano, 30% piso inclinado para o interior e outros 12% piso inclinado para o exterior, conforme ilustrado pela Figura 171.

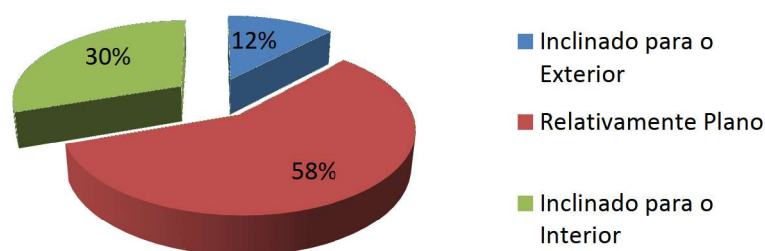


Figura 171: Percentual de cavidades em função da inclinação do piso.

## 5.6- Depósitos clásticos e orgânicos

Depósitos de sedimentos clásticos e/ou orgânicos são, quase sempre, encontrados em cavernas enquanto características de evolução e ou de uso por componentes da fauna.

No caso das cavernas em estudo, a Figura 172 ilustra a recorrência desses atributos. Os sedimentos Clásticos foram encontrados em todas as cavidades, repartidos da seguinte maneira: seixos em 32 cavidades, calhaus em 28 cavidades, matacões em 24 cavidades e cone de sedimentos em 6 cavidades.

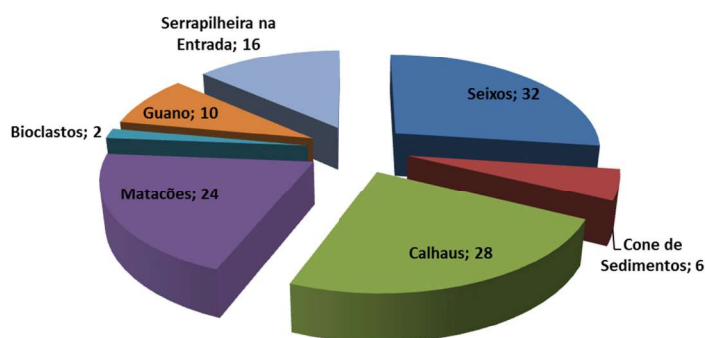


Figura 172: Repartição estatística da recorrência de depósitos clásticos e orgânicos nas cavidades estudadas.

Os sedimentos orgânicos foram identificados em 16 cavidades. Dentre esses sedimentos, o mais recorrente, a serrapilheira, que se deposita nas proximidades das entradas ou sob clarabóias, foi

registrada em 16 cavidades. Os Bioclastos, fragmentos de ossos, foram observados em 2 cavidades e o guano em 10 cavidades.

## 5.7- Depósitos químicos

Depósitos químicos foram identificados em todas as cavidades, sendo que dentre eles o mais recorrente foi a crosta branca encontrada em 33 cavidades, seguida de coralóide em 17 cavidades, crosta de óxido – hidróxido em 10 cavidades, escorrimento em 4 cavidades, cupim tema em 2 cavidades e cortina registrada em 1 cavidade. A Figura 173 ilustra a repartição estatística destas ocorrências, nas cavidades estudadas.

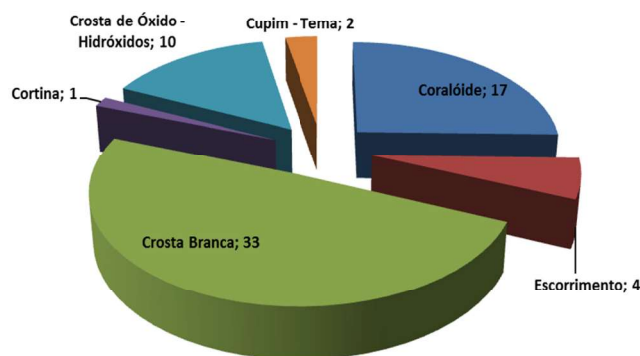


Figura 173: Expressão estatística da recorrência de depósitos químicos nas cavernas estudadas.

## 5.8- Aspectos espeleogenéticos e cronológicos

### 5.8.1- Cavidades em rochas ferríferas

Os estudos relacionados à evolução cárstica em rochas ferríferas (Simmons, 1963; McFarlane & Twidale, 1987; Pinheiro & Maurity, 1988; Ribeiro, 2003; Piló & Auler, 2005; Spier, 2005) indicam que, de modo geral, a formação de cavidades passa por duas fases em meio hipógeo e epígeo. Inicialmente, ao longo da canga, assim como no itabirito ou nas formações ferríferas bandadas, há o predomínio de processos de percolação e lixiviação.

Em outras palavras, inicialmente prevalecem os processos químicos dissolutivos dos minerais menos resistentes, relativamente (dolomita, sílica, além da própria hematita, entre outras). Trata-se de um fenômeno de lixiviação do qual resulta um enriquecimento supergênico do ferro no meio com alta porosidade e perda de 40 a 50% do volume da rocha.

A evolução da lixiviação passa pelos processos semelhantes ao “piping” que, a longo prazo, podem ou formar canalículos e condutos ou formar câmaras globulares. Algumas situações sugerem a ação freática de baixo gradiente. Posteriormente, estas feições passariam a se ligar ao exterior por processos erosivos físicos (abatimentos, ação fluvial, ampliação do canalículo, entre outros). Locais de contato entre diferentes litotipos (cangas, itabiritos, formações ferríferas bandadas, filitos, quartzitos, xistos) com sua consequência resistência diferencial, favorecem a ação de percolação e lixiviação, as quais dependendo do ângulo de mergulho do contato podem gerar cavidades no sentido do meio epígeo para o hipógeo. Neste sentido, a gênese de praticamente todas as cavidades da área de estudo possui gênese mista entre endógena e exógena.

Na área de estudo, como grande parte das cavidades está atrelada às formações de canga ou de contato dela com os itabiritos e formações ferríferas bandadas suas datações consideram relativamente a idade de formação das coberturas de canga. Conforme Carste (2010), datações pelo método  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  indicam idades entre 61,5 Ma a 14,2 Ma, sugerindo uma longa história de intemperismo na região. Os dados cronológicos também confirmaram que o perfil de intemperismo das formações ferríferas já tinha atingido o atual estágio de desenvolvimento há cerca de 50 Ma, sugerindo que a frente intempérica avançou muito pouco durante o Neógeno.

Esses dados indicam que a partir do Eoceno as formações ferríferas já apresentam boas condições para a espeleogênese. As feições de cavidades em estágio hipógeo seriam exumadas posteriormente, de acordo com o avanço do ciclo erosivo na região, considerado fortemente atuante simultaneamente desde o Terciário (Maxwell, 1972; Sant’anna *et al.*, 1997; Maizatto, 2001).

A análise da repartição das cavidades por intervalos altimétricos na área de estudo indicou a provável ocorrência de dois ciclos de formação, resultando em dois agrupamentos altitudinais de cavernas: um na faixa de 1030 até 880m (150m) e outro na de 880 a 780m (100m). No primeiro caso, há o aumento de 4 a 10 cavidades conforme a redução do intervalo altimétrico, próximo dos 900m de altitude, indo de encontro às proposições de geração de superfícies erosivas para o sudeste brasileiro de King (1956), com a formação da “Superfície Sul-Americana” (Eoceno-Oligoceno) nas cotas próximas de 900m de altitude. Desta cota em direção a altitudes menores, há uma retomada do aumento de cavidades de 5 para 7, de modo semelhante ao ciclo anterior, indicando uma retomada do avanço erosivo até às altitudes mais baixas da área de estudo, fato

que pode permitir uma correlação com o ciclo “Velhas” (Plio-Pleistoceno) proposto por King (1956).

### 5.8.2- Cavidades em rochas quartzíticas

Os processos dissolutivos em rochas quartzíticas já apresentam, quanto a eles, uma representatividade bem menor na espeleogênese (Brichta *et al.*, 1980; Corrêa Neto *et al.*, 1993; Neto, 2008; Wiegand *et al.*, 2004; Willems *et al.*, 2008). A dissolução se desenvolve muito em função de fraturas, juntas de alívio e níveis micáceos, por onde o ataque químico hídrico age em meio saturado. A direção de mergulho das camadas, assim como controles estratigráficos, também, são relevantes para os processos dissolutivos. Com a liberação do sistema do nível saturado pelo rebaixamento do aquífero, inicia-se a atuação dos processos físicos exógenos. Estes processos envolvem a formação de depósitos de tálus, assim como avanço das descontinuidades nas rochas por termoclastia e diaclasamento. Este cenário ocorre deste modo, de acordo com o observado na única cavidade em quartzito da área de estudo, a BRU\_0014.

Pouco ainda se conhece sobre cronologia de espeleogênese em rochas quartzíticas. No entanto, como os processos físicos prevalecem em cavidades quartzíticas, sua gênese está atrelada à evolução dos ciclos erosivos e rebaixamento dos níveis freáticos na área de estudo, indicados como bastante ativos a partir do Terciário (Maxwell, 1972; Sant’Anna *et al.*, 1997; Maizatto, 2001).. Deste modo, é plausível que as cavidades em rochas ferríferas e em quartzitos da área de estudo tenham sido geradas em períodos próximos ou simultâneos.

## 6- CONCLUSÃO

Duas feições foram desclassificadas enquanto cavidades naturais, por corresponderem a abrigo (não se enquadrando dentro do limite de corte acima de 5m de projeção horizontal) e galeria antrópica aberta. Elas são a BRU\_0015 e a MDIR\_0034.

A partir da análise das cavidades, foi possível constatar que a maioria delas se localiza em posições de média a alta vertente, em encostas inclinadas da serra, com escarpas perpendiculares à maior inclinação da vertente e com continuidade superior a 30m. A maioria das entradas das cavidades é pequena ou reduzida em comparação aos salões interiores. A litologia de ocorrência predominante é a canga detrítica, sendo secundariamente recorrentes cavidades nos contatos da canga com formação ferrífera bandada ou itabirito. Este comportamento demonstra a grande distribuição de coberturas detrito-lateríticas na área de estudo.

O condicionamento estrutural mostrou boa relação com a direção de desenvolvimento principal das cavidades que apresentam formação ferrífera bandada, itabirito ou o contato destas com coberturas de canga, representando 33% das cavidades. Este desenvolvimento se dá de modo concordante ou transversal às estruturas regionais pelas medidas obtidas em campo. Ao mesmo tempo, esta influência se mostrou relativamente efetiva no que diz respeito às fraturas e menos com as juntas de alívio. No entanto, as cavidades desenvolvidas, principalmente em coberturas lateríticas, 66% do total, não apresentam razões para que ocorra controle pelas estruturas regionais que são, predominantemente, de idade pré-cambriana.

Os parâmetros espeleométricos em rochas ferríferas da área de estudo indicaram valores médios de área e volume superiores aos encontrados nas escalas regional e local. O mesmo se aplicou para os valores máximos. A única cavidade em quartzito encontrada na área de estudo obteve resultados próximos às das médias locais e regionais. O padrão morfológico principal foi o de salão único, com a inclinação do piso relativamente plana, sendo comum gotejamento e condensação. As feições morfológicas mais comuns observadas foram canalículo e alvéolos, seguidas de pendentes e pilares.

Os depósitos químicos mais encontrados foram crosta branca e coraloides (milimétricos e raramente centimétricos). Os depósitos clásticos são bastante recorrentes, sendo os de tamanho seixo encontrados em praticamente todas as cavidades. No caso dos depósitos orgânicos, foi encontrada serrapilheira na entrada, em aproximadamente metade das cavidades, e guano em um terço delas.

O conhecimento atual sobre a gênese e evolução das cavidades em rochas ferríferas e quartzito indica que essas possuem idades antigas (máximo de 50 Ma) de desenvolvimento em sua maioria de caráter misto, com fatores endógenos e exógenos atuantes em diferentes fases. O comportamento de ocorrência das cavidades por intervalos altimétricos indica dois possíveis ciclos de formação. O primeiro, do Eoceno ao Oligoceno, formando cavidades entre as cotas de 1030 a 880m, no decorrer da formação da “Superfície Sul-Americana” (King, 1956). O segundo ciclo, mais recente, teria formado cavidades nas cotas entre 880 e 780m, com a consolidação dos perfis de canga a cerca de 1,8 Ma e retomada erosiva pelo ciclo erosivo “Velhas” (King, 1956).

As características das cavidades analisadas na área de estudo vão de encontro ao comportamento geral de cavidades em rochas ferríferas do Quadrilátero Ferrífero expostas por Auler & Piló (2007). Destaque deve ser dado às cavidades BRU\_005 e MDIR\_028, as quais possuem dimensões notáveis de área e volume em escala regional, além das variedades de feições, depósitos e valor cênico pelas estruturas e minerais preservados nas rochas das paredes e tetos de seus interiores, configurando nas escalas de análise morfologia única para o conjunto de ambas. A MDIR\_028 apresentou o maior volume das cavidades consideradas, em escala regional, da província espeleológica Quadrilátero Ferrífero-Conceição.

## 7- BIBLIOGRAFIA

ALKIMIN, F.F. & MARSHAK, S. 1998. *Transamazonian Orogeny in the Southern São Francisco Craton Region, Minas Gerais, Brazil: evidence for Paleoproterozoic collision and collapse in the Quadrilátero Ferrífero*. Precambrian Research. v. 90. p. 29-58.

AULER, A.S; PILÓ, L.B. 2007. *Aspectos morfológicos e evolução de cavernas em minério de ferro no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais*. In: II Encontro Brasileiro de Estudos do Instituto de Geociências, IG-USP. Caderno de Resumos, pagina 8.

BALTAZAR, O.F.; BAARS F.J.; LOBATO, L.M.; REIS, L.B.; ACHTSCHIN, A.B.; BERNI, G.V.; SIVEIRA, V.D. 2005. *Mapa Geológico com nota explicativa em escala 1:50000*. In: Projeto Geologia do Quadrilátero Ferrífero – Integração e Correção Cartográfica em SIG. Lobato et al. (2005).

BRICHTA, A.; PATERNOSTER, K.; SCHOLL, W.U.; TURINSKY, F. 1980. *Die Gruta do Salitre bei Diamantina, Minas Gerais, Brasilien, kein "Einsturzloch"*. Zeitschrift fur Geomorphologie 24: 236-242.

CARSTE, CONSULTORES ASSOCIADOS. 2010. *Espeleologia da área do projeto Apolo Quadrilátero Ferrífero, MG. Relatório de Diagnóstico e Relevância*. VALE. Belo Horizonte.

CORRÊA NETO, A.V.; ANÍSIO, L.C.C.; BRANDÃO, C.P. 1993. *Um endocarste quartzítico na Serra do Ibitipoca, sudeste de Minas Gerais*. Anais do VII Simpósio de Geologia de Minas Gerais- SBG Núcleo MG – Bol. 12: 83-86.

KING, L. C. *A geomorfologia do Brasil oriental*. Revista Brasileira de Geografia, vol 18, p. 147-265, 1956.

MAIZATTO, JOSÉ RICARDO. 2001. *Análise Bioestratigráfica, Paleoecológica e Sedimentológica das Bacias Terciárias do Gandarela e Fonseca . Quadrilátero Ferrífero . Minas Gerais, com Base nos Aspectos Palinológicos e Sedimentares*. Tese de Doutorado. Ouro Preto, 2001, 333 pág.

MAXWELL, CHARLES H; BRASIL. *Geology and ore deposits of the Alegria district, Minas Gerais, Brazil*. Washington, U.S. Govt. Print. Off., 1972. 72 p8 mapas (Geology and mineral resources of parts of Minas Gerais, Brazil).

MCFARLANE, M.J.; TWIDALE, C.R. 1987. *Karstic features associated with tropical weathering profiles*. Zeitschrift fur Geomorphologie Suppl. Bd 64: 73-95.

NETO, R. M. 2008. *Evolução de caverna em quartzito e processos cársticos em São Thomé das Letras-MG: contribuição ao estudo de sistemas cársticos em rochas silicáticas*. Geosul, Florianópolis, v. 23, n. 45, p 105-121, jan./jun.

OLIVEIRA, O.A.B. de; OLIVITO, J.P.R.; RODRIGUES-SILVA, D. 2011. *Caracterização da Unidade Espeleológica e das Unidades Geomorfológicas da Região do Quadrilátero Ferrífero – MG*. Espeleo-Tema. v.22, n.1. 2011. p. 61-80. SBE – Campinas, SP.

PILÓ, L.B; AULER, A. S. 2005. *As cavernas em minério de ferro e canga de Capão Xavier, Quadrilátero Ferrífero, MG*. O Carste 17(3): 93-105.

- PILÓ, L.B.; AULER, A.S.; FERREIRA, R.L.; BAETA, A.M.; PILÓ, H.M.D. 2005. *Estudos espeleológicos na área da mina de minério de ferro Capão Xavier – MBR, Nova Lima, MG*. Relatório inédito, 268 p.
- PINHEIRO, R.V.L.; MAURITY, C.W. 1988. *As cavernas em rochas intempéricas da Serra dos Carajás (PA) – Brasil*. Anais 1º Congresso de Espeleologia da América Latina e do Caribe, Belo Horizonte, pp. 179-186.
- PORTO, M.L. & M.F.F. SILVA. 1989. *Tipos de vegetação metalófila em áreas da Serra de Carajás e de Minas Gerais*. Acta Botanica Brasilica 3: 13-21.
- RIBEIRO, D.T. 2003. *Enriquecimento Supergênico de Formações Ferríferas Bandadas: Estruturas de Colapso e Desordem*. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 124 p. (Tese de doutorado).
- ROSIÈRE, CARLOS A. E CHEMALE JR., FARID. 2000. *Itabiritos e minérios de ferro de alto teor do Quadrilátero Ferrífero – uma visão geral e discussão*. Geonomos, 8 (2): 27-43, 2000.
- SANT’ANNA, L. G.; SCHORSCH, H. D.; RICCOMINI, C. 1997. *Cenozoic tectonics of the Fonseca Basin region, Eastern Quadrilátero Ferrífero, MG, Brazil*. In: Journal of South American Earth Sciences, 10(3/4): 275-284.
- SILVA, F. R. 2007. *A paisagem do Quadrilátero Ferrífero, MG: Potencial para o uso turístico para sua geologia e geomorfologia*. Dissertação de Mestrado em Geografia- UFMG, Belo Horizonte, 2007, 144p.
- SIMMONS, G.C. 1963. *Canga caves in the Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais, Brazil*. The National Speleological Society Bulletin 25: 66-72.
- SPELAYON CONSULTORIA-ME. 2012. *Análise de Relevância de Cavidades, Mina Viga*. Relatório de Diagnóstico e Relevância. Ferrous Resources do Brasil S/A. Belo Horizonte.
- SPIER, C.A. 2005. *Geoquímica e gênese das formações ferríferas bandadas e do minério de ferro da mina de Águas Claras, Quadrilátero Ferrífero, MG*. Instituto de Geociências, USP. (Tese de Doutorado).
- VARAJÃO, C.A.C. *A questão da correlação das superfícies de erosão do Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais*. Revista Brasileira de Geociências, v. 21, n. 2, Rio de Janeiro/RJ, p.138-145, 1991.
- VARAJÃO, C.A.C.; SALGADO, A.A.R.; VARAJÃO, A.F.D.C.; BRAUCHER, R.; COLIN, F.; NALINI JUNIOR, H.A. *Estudo da evolução da paisagem do Quadrilátero Ferrífero (Minas Gerais, Brasil) por meio da mensuração das taxas de erosão (10Be) e da pedogênese*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.33, p.1409-1425, 2009.
- WIEGAND, J., FEY, M., HAUS, N. & KARMANN, I. (2004): *Geochemical and hydrochemical investigation on the genesis of sandstone and quartzite karst of the Chapada Diamantina and the Iron Quadrangle (Brazil)*. Z.d.t.geol. Ges. 155:61-90; Stuttgart.
- WILLEMS, L.; RODET, J.; POUCLLET, A.; MELO, S.; RODET, M. J.; COMPÈRE, P.; HARTET, F.; AULER, A. S. 2008. *Karsts in sandstones and quartzites of Minas Gerais, Brazil*. Cadernos Lab. Xeolóxico de Laxe Coruña. 2008. Vol. 33, pp. 127 – 138.



## **ANEXOS**

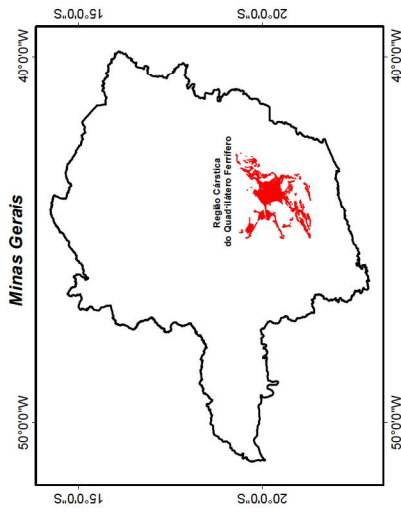
## **ANEXO 1**

- Mapa de Geologia e Localização das Cavidades



## **ANEXO 2**

- Mapa da Região Cárstica do Quadrilátero Ferrífero



### Legenda

- Limites municipais
- Área de estudos
- Região Cárstica do Quadrilátero Ferrífero



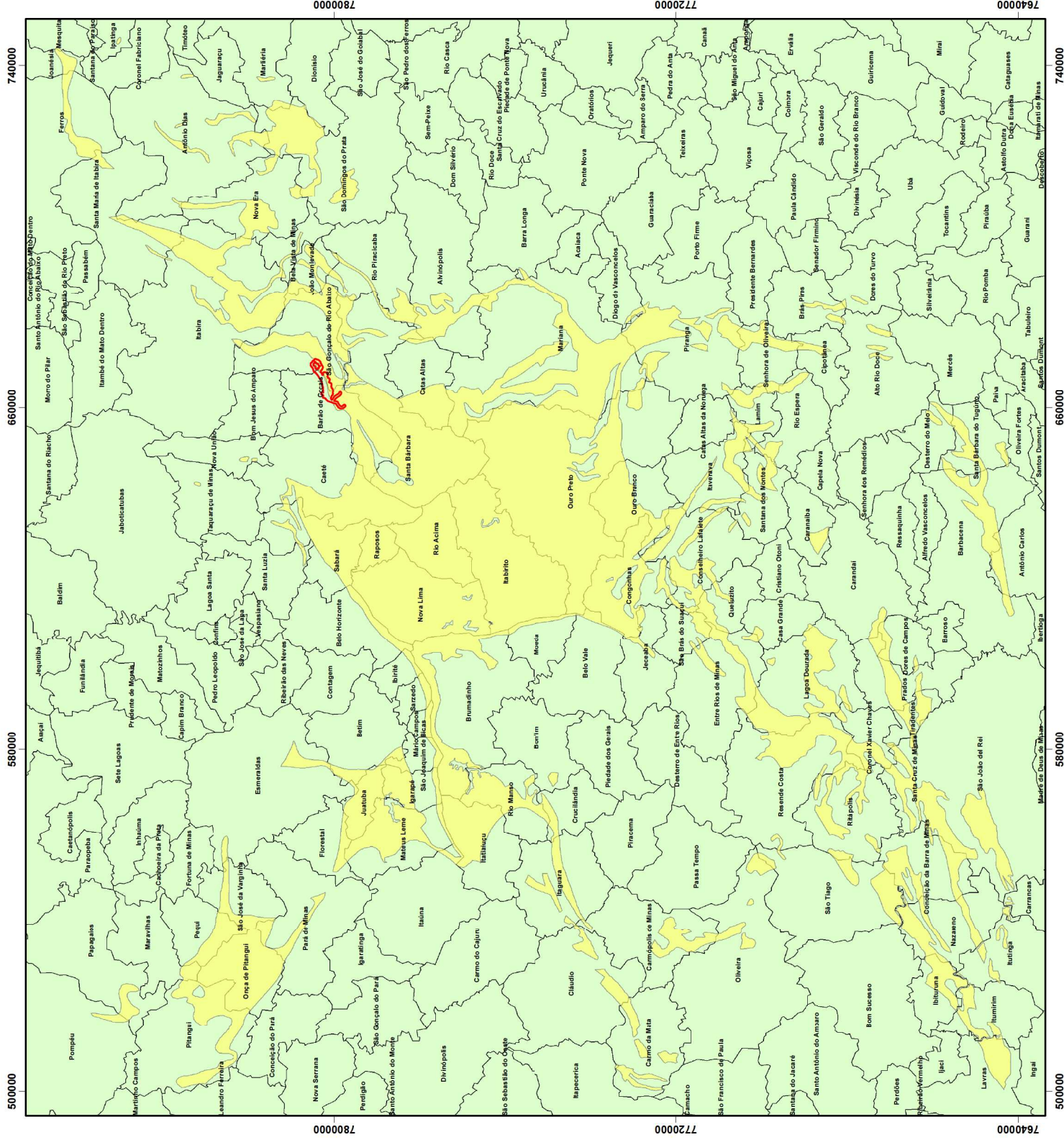
1:900.000



## REGIÃO CÁRSTICA DO QUADRILÁTERO FERRÍFERO

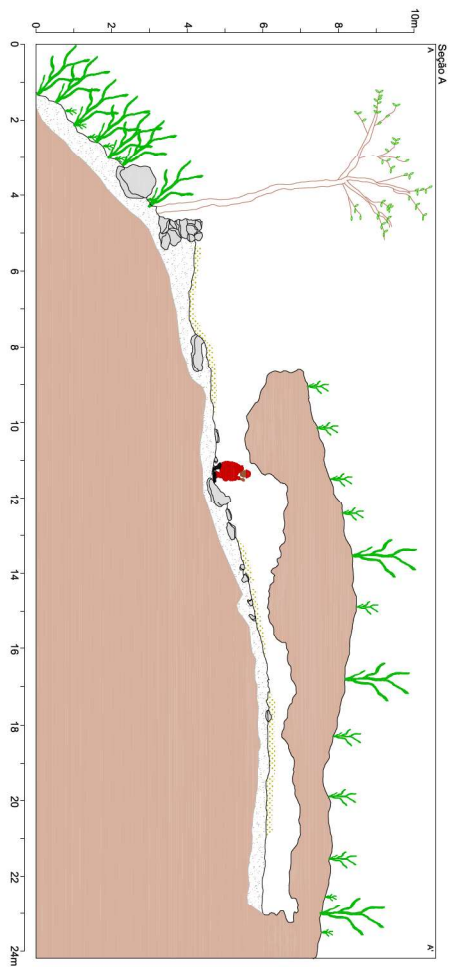
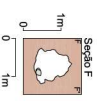
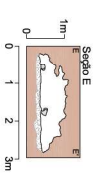
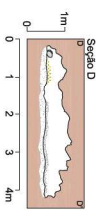
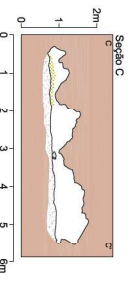
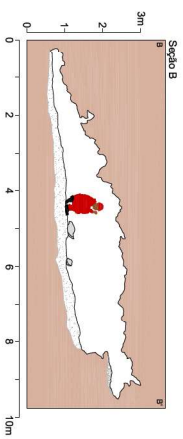
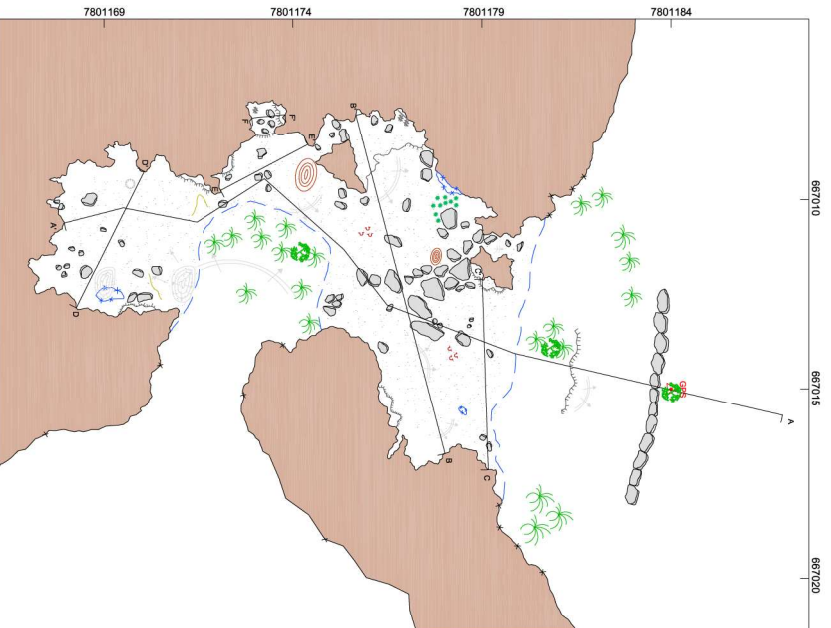
### PROJETO RELEVÂNCIA BRUCUTU

<b>BASES:</b>	<b>ESCALA:</b>	<b>SISTEMA DE COORDENADAS:</b>
IBGE	1:900.000	UTM, SAD, 1989_Zona_23S
<b>RESP. TÉCNICO</b>	<b>C. GRÁFICA:</b>	<b>Anexo</b>
Dr. M. Macedo	Sergio L. Sales	02
<b>DATA:</b>	<b>ARQUIVO:</b>	
02/05/2013	DPF_BRU_diagrama3_ano2_espinal_V01_F_	



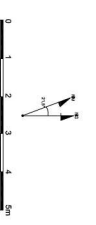
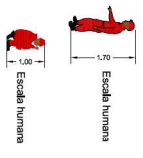
## **ANEXO 3**

- Mapas das Cavidades

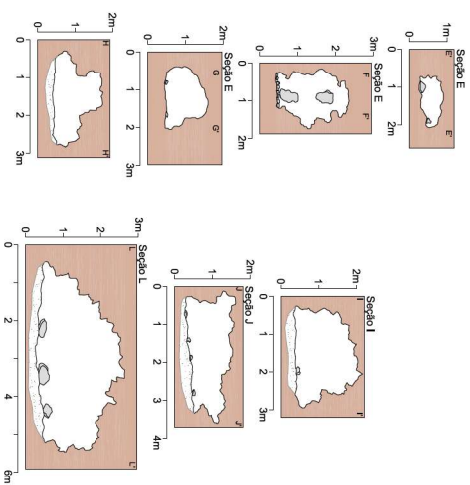
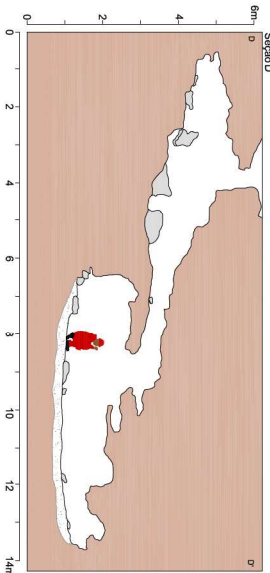
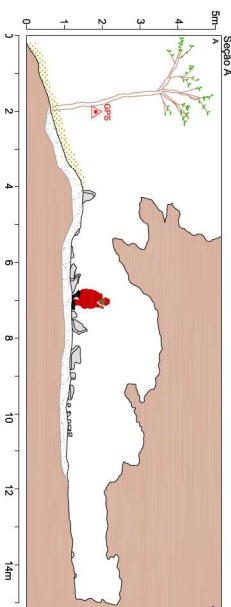
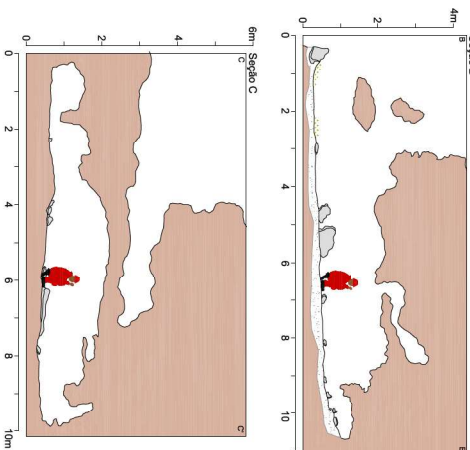
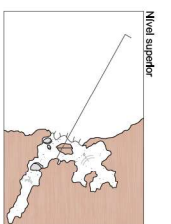
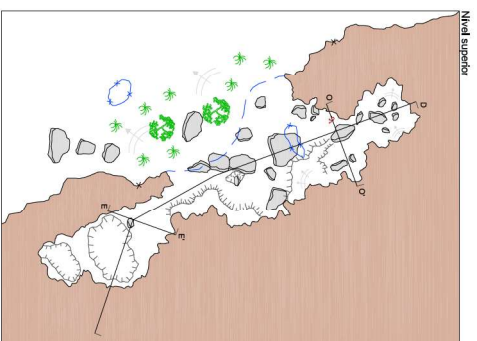
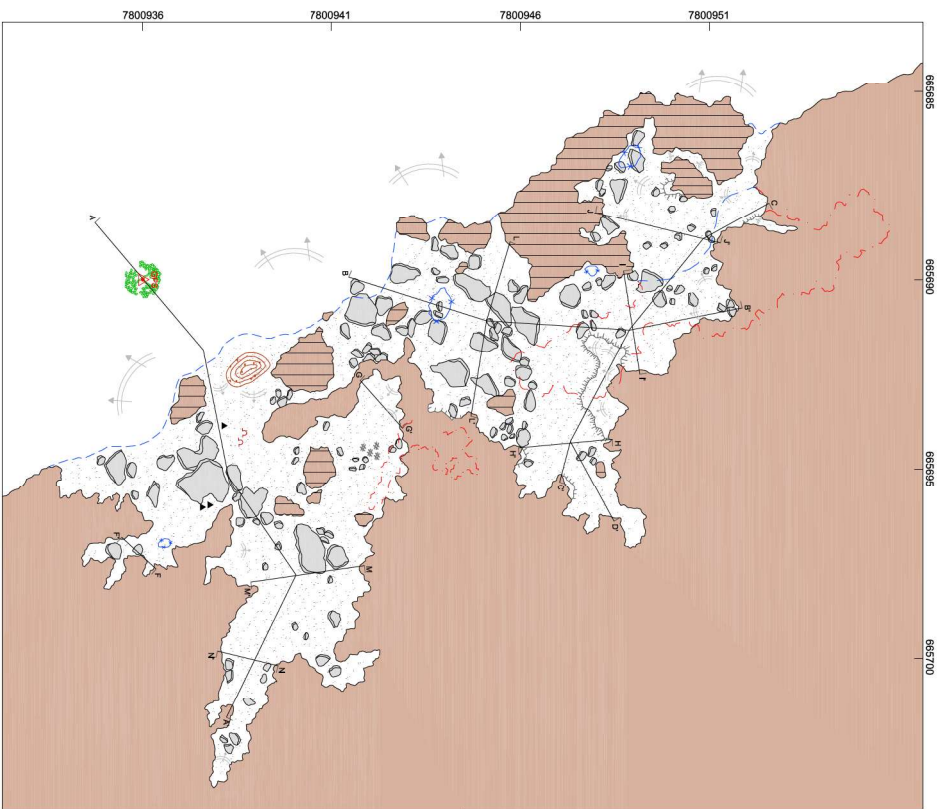


UTM: 667015E / 7801184N / 842m  
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S  
 Classificação BCRA: 5D  
 PH: 16,59 m  
 Área: 57,02 m<sup>2</sup>  
 Volume aproximado: 43,33 m<sup>3</sup>  
 Desnível: 1,4 m

- Carga
- Sedimento arenoso/argiloso
- Matéria orgânica
- Muro
- Grânulos e seixos
- GRS entrada
- Indicação do sentido da seção
- Blocos e matilhas
- Vegetação
- Parede lítica
- Parede externa
- Lama e argila
- Desentulhamento
- Curva de nível
- Patamar/Orientação suave
- Canteira
- Cortado
- Calçamento
- Guano
- Milgo
- Buraco
- Barro de acúmulo
- Raízes

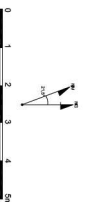
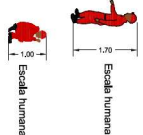


		Diretoria de Planejamento de Ferramentas - DDPF Instituto de Planejamento e Gestão - IPG	
PROJETO RELEVAVÇA PROJCTU		ANÁLISE AMBIENTAL DE COCIBO	
Candidata BRU 01		ESCALA: 1:100	
DATA: 14/05/2024		DATA: 14/05/2024	
AUTOR: M. ALMEIDA		DATA: 14/05/2024	
REVISOR: M. ALMEIDA		DATA: 14/05/2024	
APROVADOR: M. ALMEIDA		DATA: 14/05/2024	
APROVADOR: M. ALMEIDA		DATA: 14/05/2024	



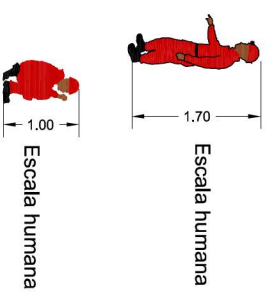
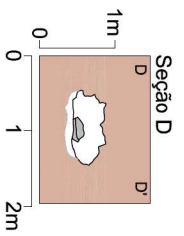
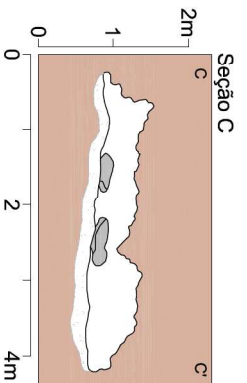
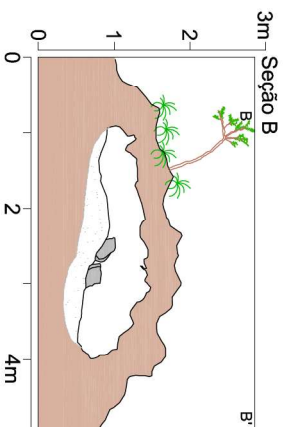
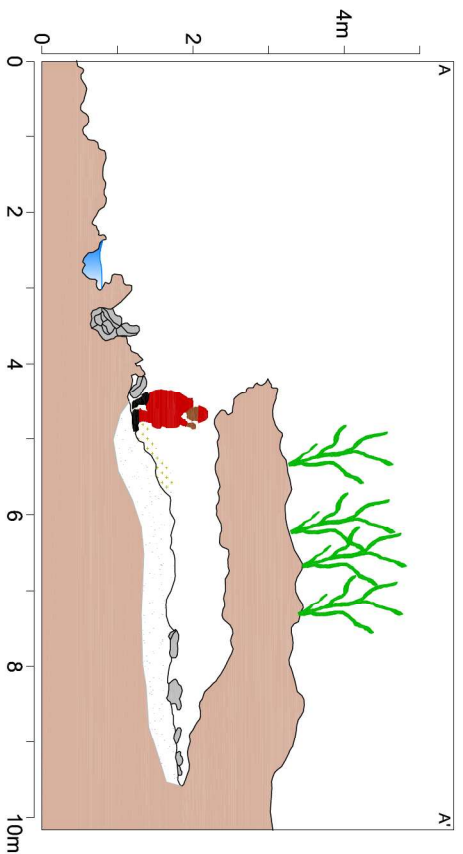
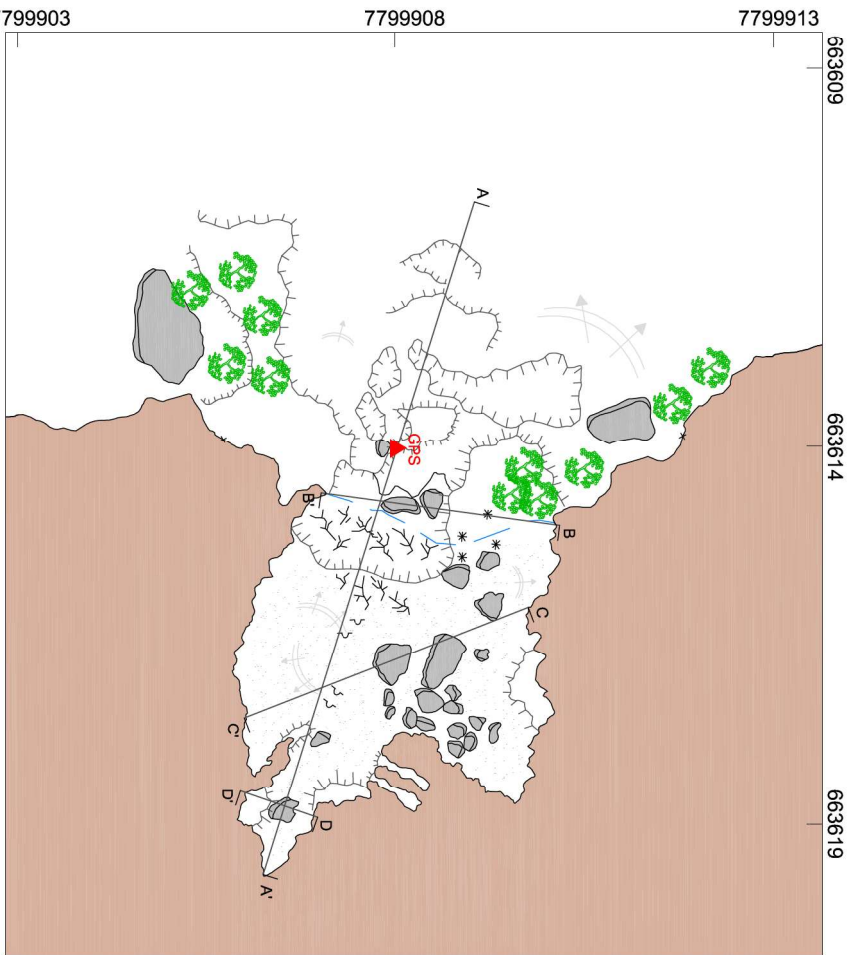
- Carga
- Pilar
- Matéria orgânica
- Sufremento arenoso/argiloso
- GPS entrada
- A Indicação do sentido da seção
- Blocos e madeiras
- Vegetação
- Parede interna
- Parede externa
- Linhas d'água
- Nível superior
- Banco de sedimentos
- Curvo de nível
- Corralde
- Artefatos arqueológicos
- Guano
- Cisterna
- Drenagem atópica
- Palaneta/Drenagem suave

UTM: 663579E / 7800051N / 830 m  
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S  
 Classificação BCRA: 5D  
 PH: 48,82 m  
 Área: 116,09 m<sup>2</sup>  
 Volume aproximado: 150,9 m<sup>3</sup>  
 Desnível: 3,2 m



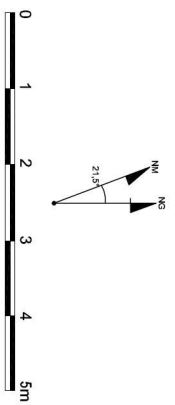
Direção de Planejamento de Fomento - DIFP			
Níveis de Espetrologia VAE			
Projeto: RELEVANCIA BRUCO - Cadeia BRU_02			
Área: CANTÃO DE COCÃO			
EQUIPE TÉCNICA NOME DO TÉCNICO FUNÇÃO DO TÉCNICO DATA DO RELATÓRIO	EQUIPE DE CAMPO NOME DO TÉCNICO FUNÇÃO DO TÉCNICO DATA DO RELATÓRIO	ESCALA: 1:100	DATA: 20/08/2019





UTM: 663614E / 7799908N / 807m  
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S  
 Classificação BCRA: 5D  
 PH: 7,10 m  
 Área: 13,60 m<sup>2</sup>  
 Volume aproximado: 7,82 m<sup>3</sup>  
 Desnível: 0,3 m

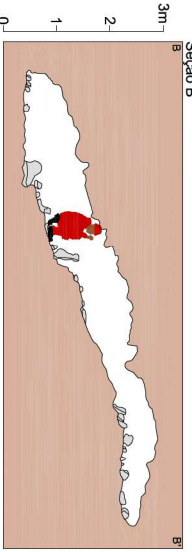
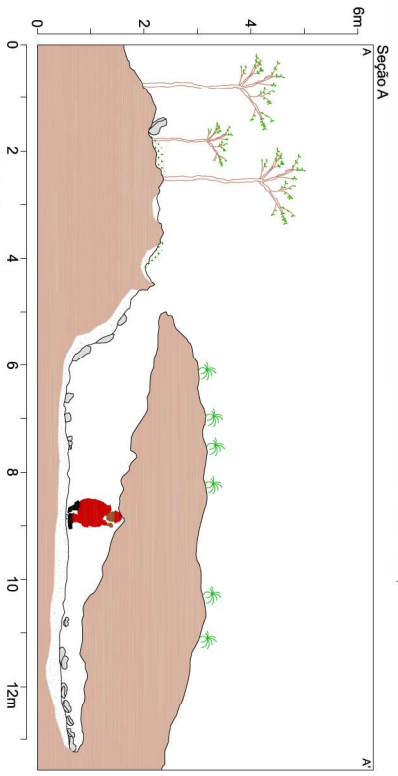
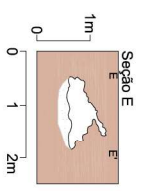
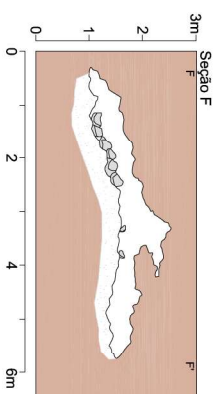
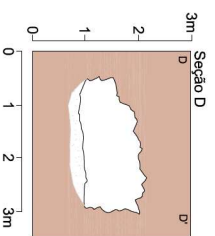
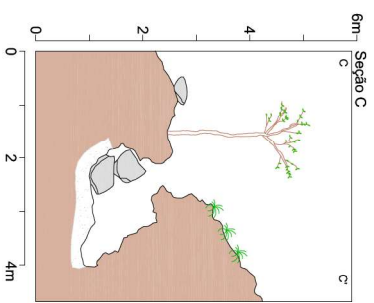
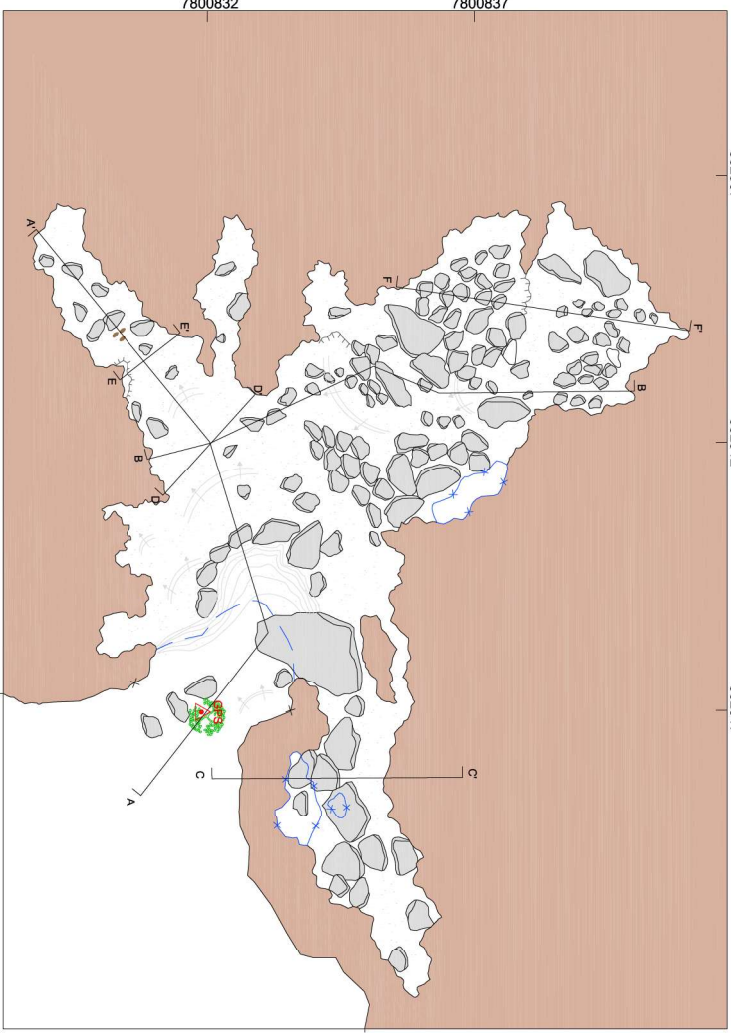
- GPS entrada
- A Indicação do sentido da seção
- Canga
- Sedimento arenoso/argiloso
- Blocos e matações
- Vegetação
- Parede íntima
- Parede externa
- Linha d'água
- Desnível abrupto
- Curva de nível
- Patamar/Desnível suave
- Coralíde
- Musgo
- Samambaia



		Diretoria de Planejamento de Ferrosos- DIPP Núcleo de Espeleologia VALE			
PROJETO: RELEVANCIA BRUCUTU					
Croqui - Cavidade BRU_03					
AREA: BARÃO DE COCAIS					
RESP. TÉCNICO: MACIEL, M. LEANDRO RESP. TOPOGRAFIA: MACHADO, B. ANDRÉ	CROQUISTA: MACHADO, B. ANDRÉ ANOTADOR: FONCECA, F. TATIANA INSTRUMENTISTA: MACHADO, B. ANDRÉ MACHADO, B. ANDRÉ	ESCALA: 1:100	DATA: 27/06/12	DESENHO: SALES, L. SÉRGIO	FOLHA A4

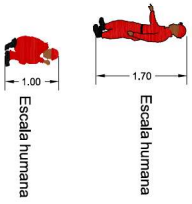
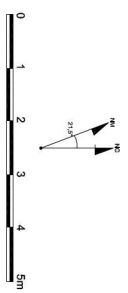
662907 662912 662917

7800832 7800837

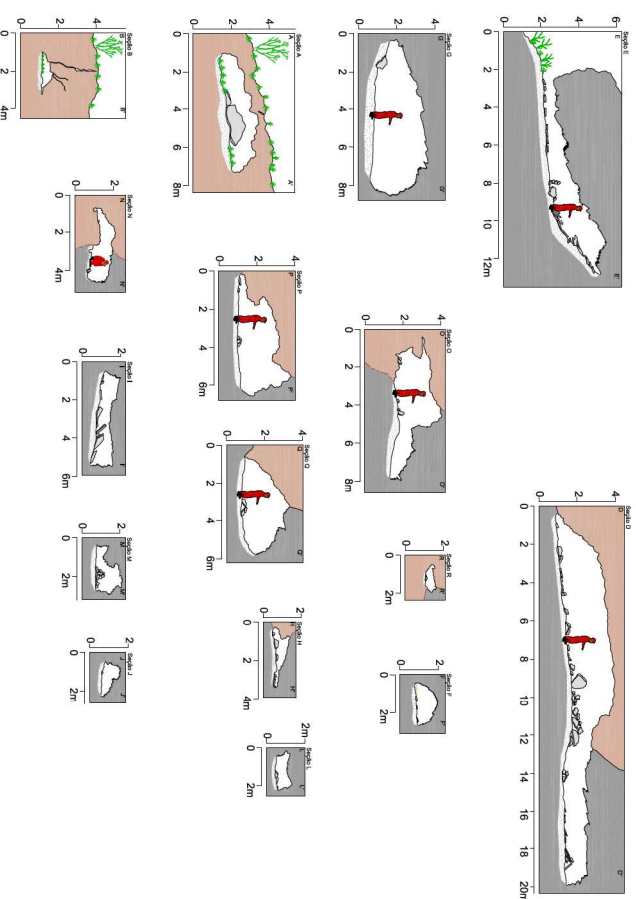
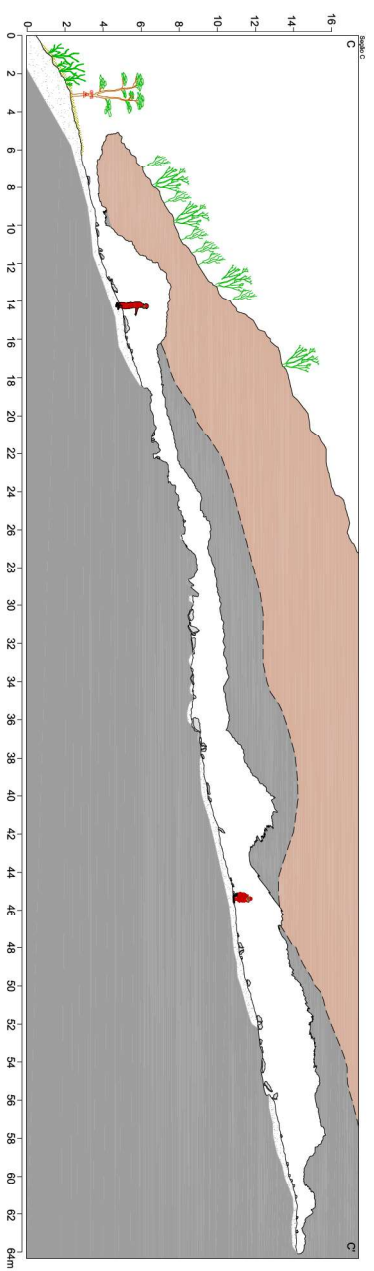
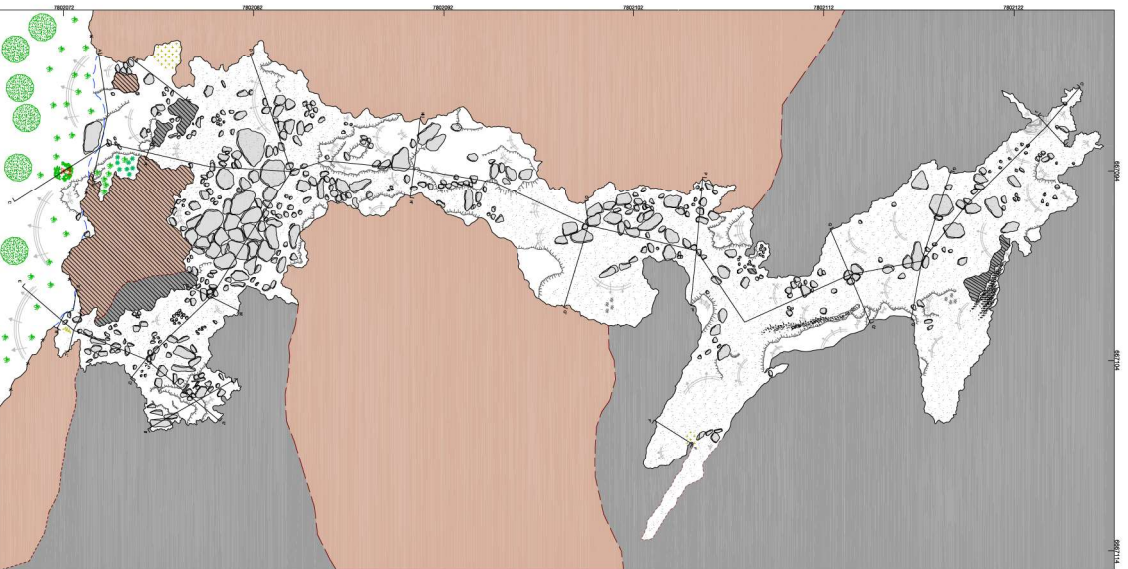


UTM: 662917E / 7800832N / 922 m  
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S  
 Classificação BCRA: 5D  
 PH: 24,50 m  
 Área: 60,95 m<sup>2</sup>  
 Volume aproximado: 46,32 m<sup>3</sup>  
 Desnível: 2,5 m

- GPS entrada
- Canga
- Sedimento areno/argiloso
- Indicação do sentido da seção
- Blocos e matacões
- Vegetação
- Parede interna
- Parede externa
- Linha d'água
- Curva de nível
- Clatrobóia
- Desnível abrupto
- Fezes de animais
- Banco de sedimentos



		Diretoria de Planejamento de Ferramentas - DIPP Núcleo de Espedologia VALE			
PROJETO: RELEVÂNCIA BRUCUTU		Cavidade BRU_04			
RESP. TÉCNICO: MARCEL M. LEANDRO INSTRUMENT. TÉCNICO: A. F. TAVANA MAQUINADO: BRUNDO	CROQUISTA: MARCELO B. ANDRÉ ANOTADOR: FERNANDA F. TAVANA PONTA DE TELA: BRUNDO, M. LUIZ	ESCALA: 1:100 DESENHO: RAUL T. SERRA	DATA: 28/09/2018 FOLHA: 04		



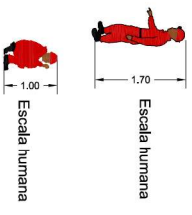
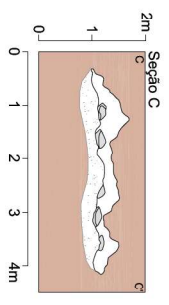
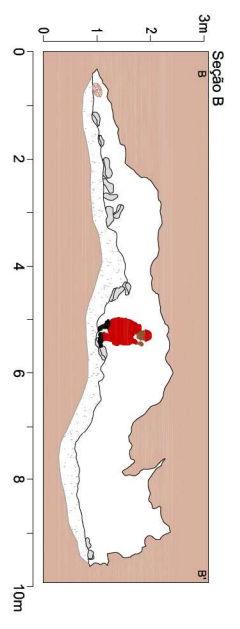
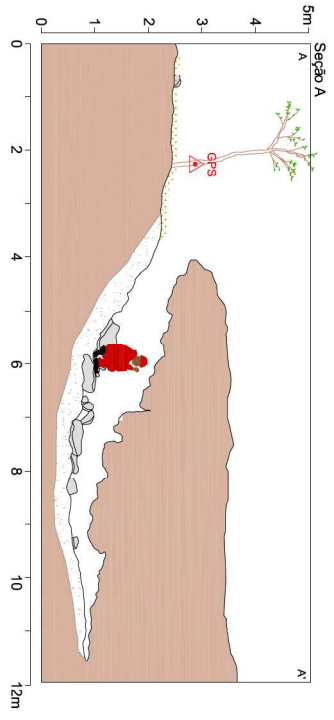
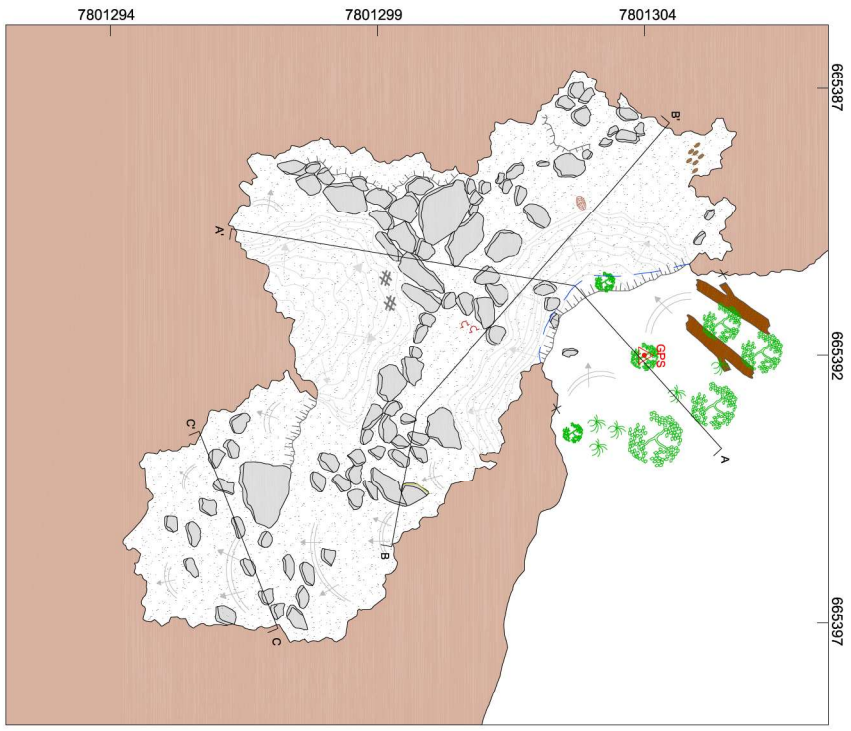
- LEGENDA**
- Canga
  - Ialibito
  - Pilar/ Canga
  - Pilar/ Ialibito
  - Matéria orgânica
  - Sedimento arenoso/floso
  - Grânulos e seixos
  - GPS entrada
  - Indicação do sentido da seção
  - Blocos e matilhas
  - Vegetação
  - Parede interna
  - Parede externa
  - Linha d'água
  - Desnível abrupto
  - Patamar/Desnível suave
  - Contorno inferior
  - Curva de nível
  - Raízes
  - Coralíde
  - Banco de sedimentos
  - Musgo
  - Guano

UTM: 867094E / 7800721N / 82m  
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S  
 Classificação: BQCA-5D  
 PH: 102,06 m  
 Área: 503,7 m²  
 Volume aproximado: 594,3 m³  
 Desnível: 12,5 m

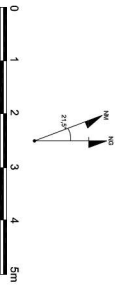


		<b>Diretoria de Planejamento de Ferrovias - DPF</b> <b>Núcleo de Especialidade VALE</b> <b>ÁREA: ESTÁÇÃO DE COCALS</b>	
<b>ATIVOS/INTELA</b> PROJETO: RELEVÂNCIA BARROCO		<b>Atividade B9U_05</b>	
TIPO TÉCNICO MAQUIL. M. LAMARCO REVISOR/COORDENADOR MACEDO, R. ANDRE	GEOMETRIA/MAQUILADOR ANDRE REVISOR/COORDENADOR MACEDO, R. ANDRE PROJETO DE TERMO DE REFERÊNCIA	ESCALA: 1:100 SISTEMA DE COORDENADAS UTM PROJEÇÃO: SAD 69	DATA: 17/03/2012 FOLHA: 04 Nº:

UTM: 66S392E / 7801304N / 846 m  
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S  
 Classificação BCRA: 5D  
 PH: 14,26 m  
 Área: 57,00 m<sup>2</sup>  
 Volume aproximado: 39,90 m<sup>3</sup>  
 Desnível: 1,9 m



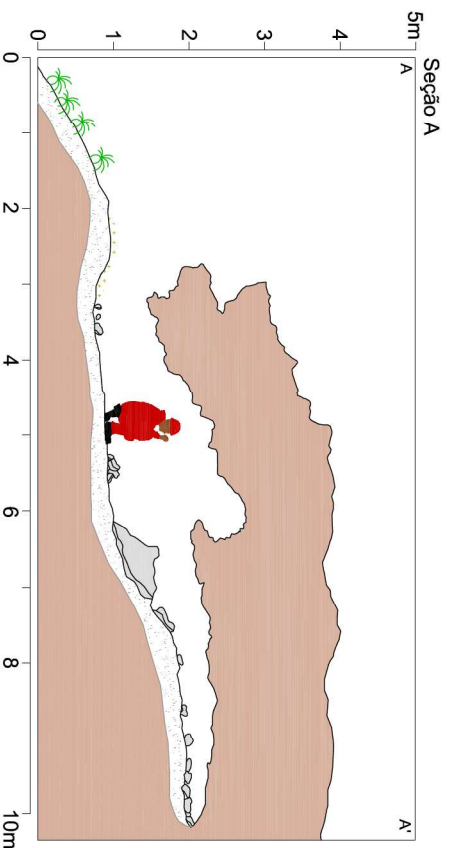
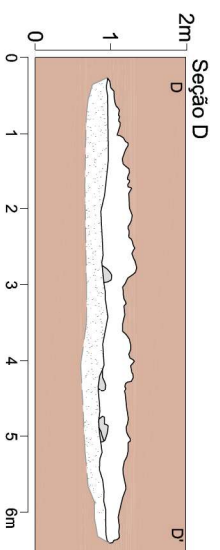
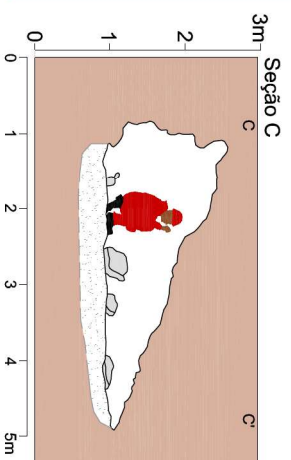
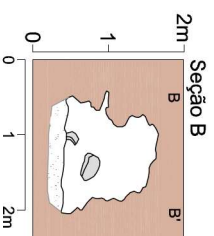
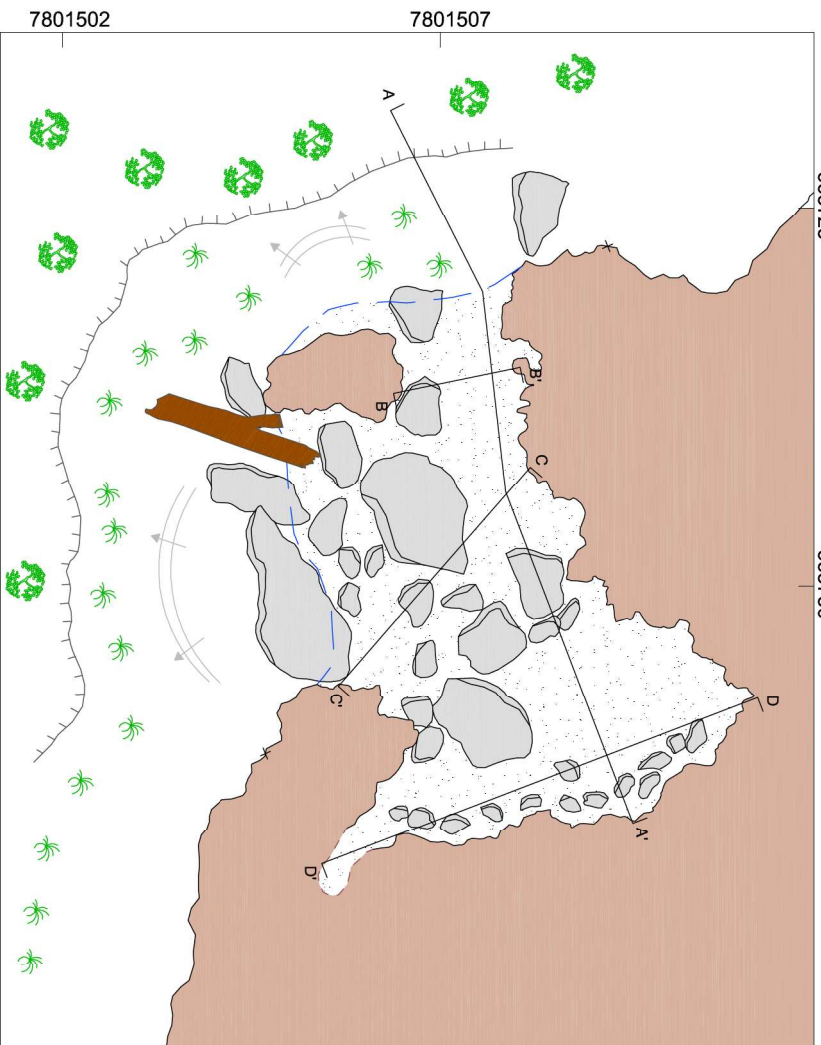
- Canga
- Matéria orgânica
- Sedimento arenoso/argiloso
- GPS entrada
- Indicação do sentido da seção
- Blocos e matocezes
- Vegetação
- Parede interna
- Parede externa
- Linha d'água
- Desnível abrupto
- Curva de nível
- Palamar/Desnível suave
- Tronco
- Raízes
- Coralíde
- Ninhos
- Fezes de animais
- Guano
- Banco de sedimentos



DIRETORIA DE PLANEJAMENTO DE FARPAS - DIPF NÚCLEO DE ESPELEOLOGIA VALE		ÁREA: BAIXO DE COCÓIS	
PROJETO: RELEVÂNCIA BRULUTU		CAVIDADE BRU_06	
REVISÃO TÉCNICA: MACIEL, ALVARO REVISÃO TOPOGRÁFICA: ANTONIO FERREIRA F. JUNIOR REVISÃO DE TERRENO: ROBERTA B. ANDRE	CROQUISTAS: MACIEL, ALVARO ANOTAÇÕES FOTOGRÁFICAS: F. JUNIOR INSTRUMENTAÇÃO: B. ANDRE MAQUETA: B. ANDRE	ESCALA: 1:100 DESENHO: RAUL V. SERRA	DATA: 08/02/2019 FOLHA: 43

665725

665730



UTM: 665725E / 7801507N / 882m

Datum: SAD 69 - Zona: 23S

Classificação BCRA: 5D

PH: 10,06 m

Área: 26,04 m<sup>2</sup>

Volume aproximado: 24,99 m<sup>3</sup>

Desnivel: 1,2 m

GPS entrada

Indicação do sentido da seção

Canga

Sedimento areno/argiloso

Blocos e matacões

Vegetação

Parede interna

Parede externa

Linha d'água

Desnivel abrupto

Curva de nível

Tronco

Contorno inferido



Escala humana  
1,70

Escala humana  
0,90



Diretoria de Planejamento de Ferrosos - DDPF

Núcleo de Espeleologia VALE



PROJETO: RELEVÂNCIA BRUCUTU

Cavidade BRU\_07

ÁREA: BARÃO DE COCAIS

RESP. TÉCNICO:

MACIEL, M. LEANDRO

RESP. TOPOGRAFIA:

MACHADO, B. ANDRÉ

CRIOQUISTA: MACHADO, B. ANDRÉ

ANOTADOR: FONSECA R. F. TATIANA

INSTRUMENTISTA: MACHADO, B. ANDRÉ

PONTA DE TRENA: RIBEIRO, M. LUCAS

ESCALA: 1:100

DATA: 11/07/12

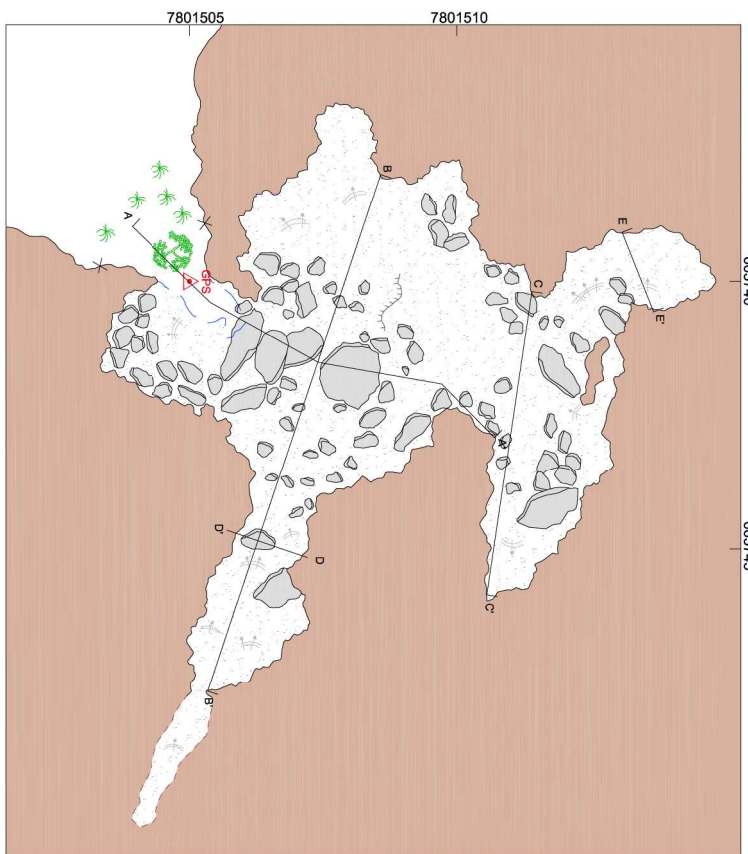
DESENHO:

SALES, L. SÉRGIO

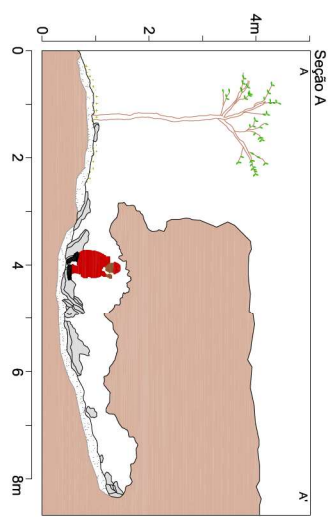
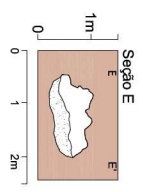
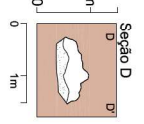
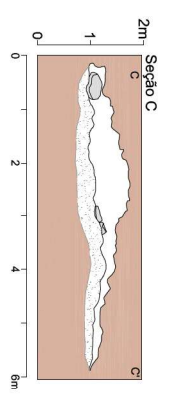
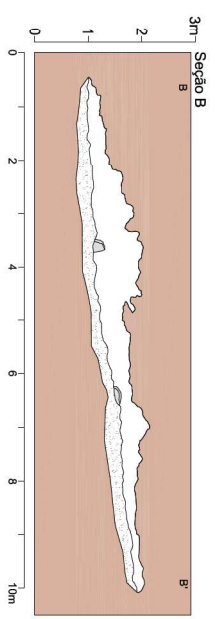
FOLHA

M4

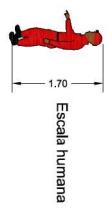
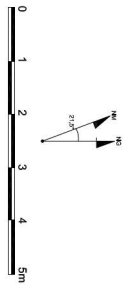
665740 665745



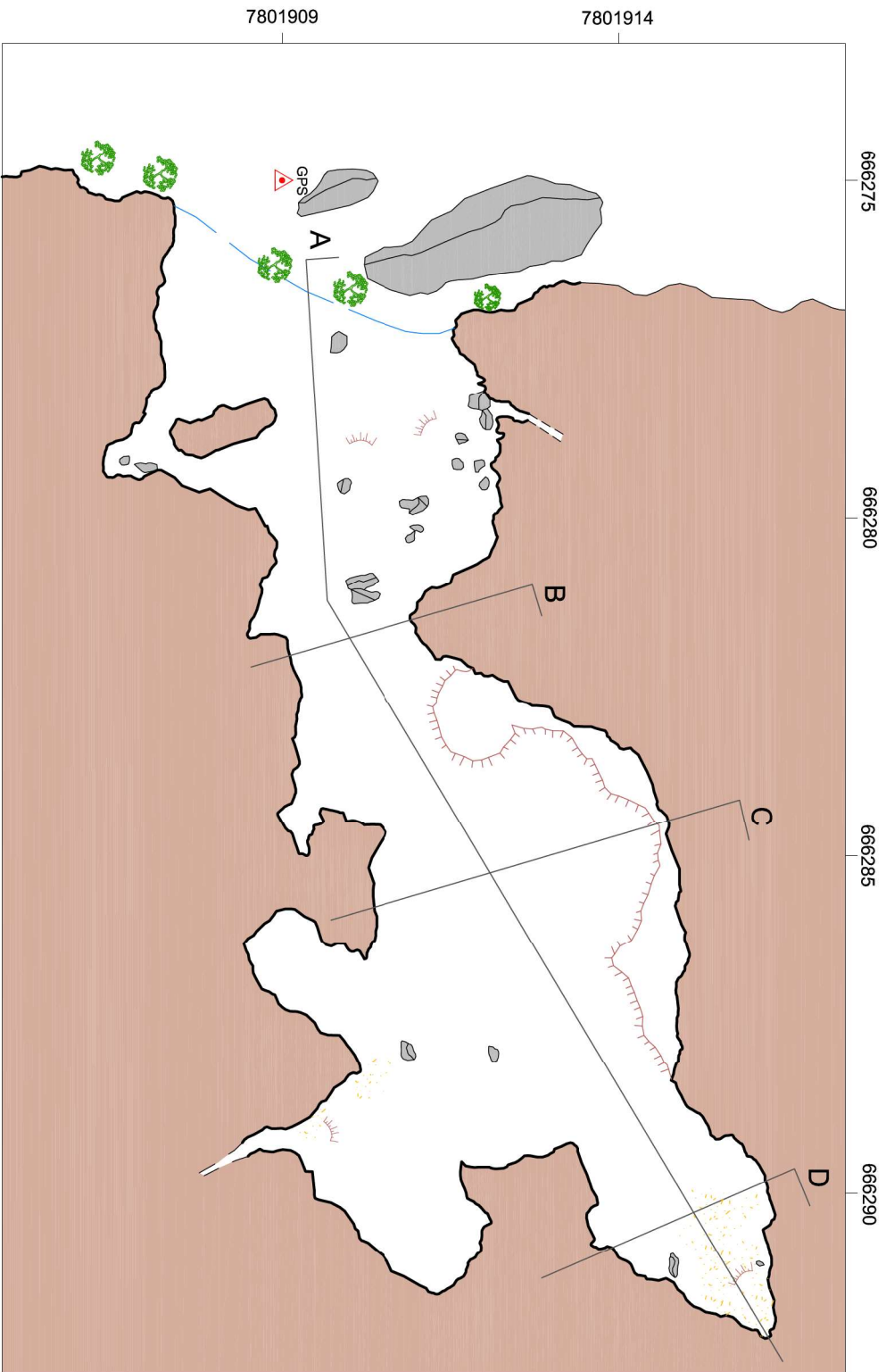
UTM: 665740E / 7801505N / 879 m  
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S  
 Classificação BCRA: 5D  
 PH: 17,66 m  
 Área: 51,76 m<sup>2</sup>  
 Volume aproximado: 26,39 m<sup>3</sup>  
 Desnível: 0,5 m



- Canga
- Sedimento arenoso/argiloso
- GPS entrada
- Indicação do sentido da seção
- Blocos e matações
- Vegetação
- Parede interna
- Parede externa
- Linha d'água
- Contorno interno
- Desnível abrupto
- Curva de nível



		Diretoria de Planejamento de Famosos - DIPP Núcleo de Espeleologia VALE			
PROJETO: RELEVANCIA BRULITU Caverna BRU_08					
REVISÃO TÉCNICA: MARCEL ALBUQUERQUE REVISÃO TOPOGRÁFICA: MARCELO B. ANDRÉ	CROQUISTAS/MAQUETAS E ANDRÉ ANOTADOR FONÉTICA E FOTÓGRAFIA: INSTRUMENTALISTA MARCELO B. ANDRÉ PONTA DE TIRADA MARCELO B. ANDRÉ	ESCALA: 1:100 DESENHO: RAULS V. SERRÃO	DATA: 29/08/2012 FOLHA: 03		



UTM: 666275E / 7801909N / 9332Z  
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S  
 Classificação BCRA:5D  
 PH: 25,1 m (Descontinuidade)  
 Área: 68,7 m<sup>2</sup>    Volume aproximado: 60 m<sup>3</sup>  
 Desnível: 2,6 m

**LEGENDA**

- Sedimento arenoso/Argiloso
- Canga
- Projeção linha d'água
- Parede interna
- Contorno interno
- Desnível abrupto
- Desnível leve
- Seixos, Calhaus e Matações
- Vegetação
- Indicação do sentido do Perfil
- Posicionamento geográfico



**Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIEF**  
**Núcleo de Espeleologia VALE**

PROJETO BRUCUTU








BRU\_09

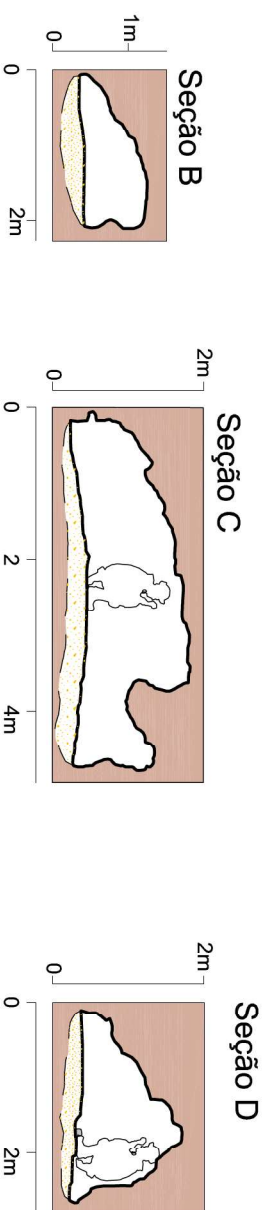
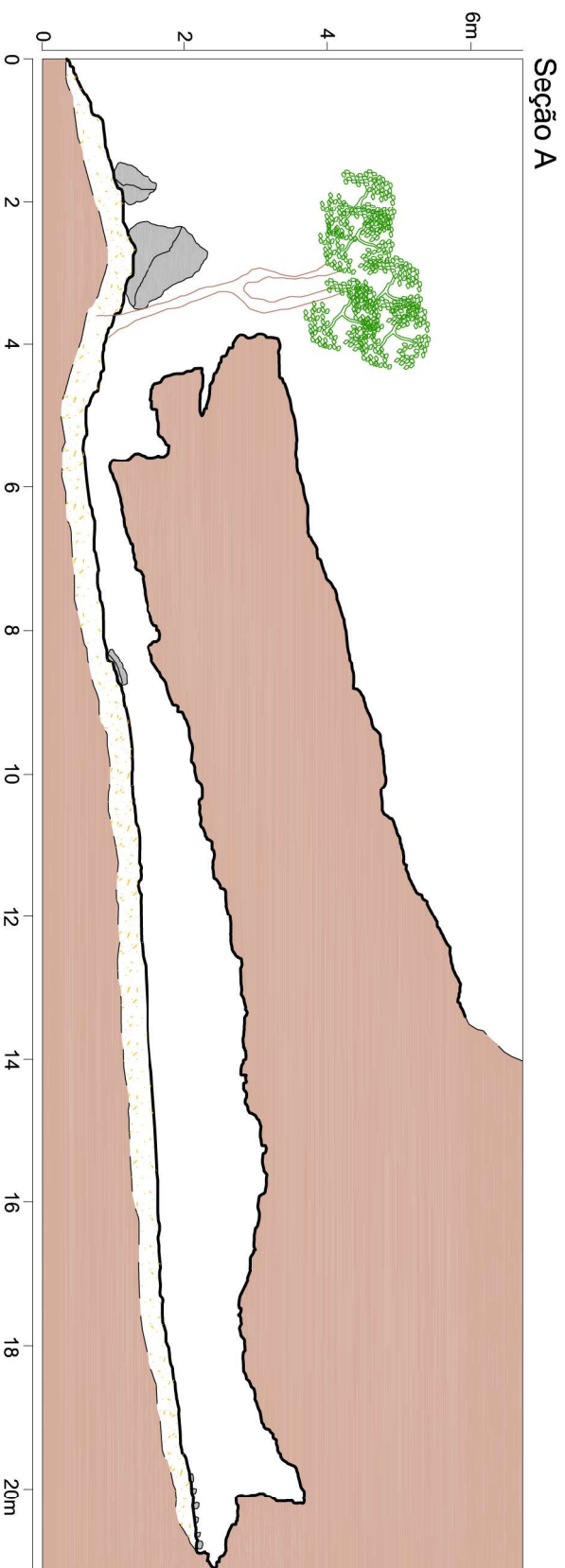
ÁREA: QUEBRADA DE CANGA

EXECUTADO POR: Felipe A. C. Borges, Luis H. S. Almeida Fernando A. Guimarães	DATA: 23/08/2012	ESCALA: 1:100	RESP. TOPOGRÁFICA: Rafael Camargo	ANEXO
RESP. EQUIPE: Rafael Camargo	DESENHO: Rafael Camargo			

UTM: 666275E / 7801909N / 932Z  
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S  
 Classificação BCRA:5D  
 PH: 25,1 m (Descontinuidade)  
 Área: 68,7 m<sup>2</sup> Volume aproximado: 60 m<sup>3</sup>  
 Desnível: 2,6 m

**LEGENDA**

-  Sedimento arenoso/Argiloso
-  Canga
-  Parede interna
-  Contorno Inferido
-  Cascalhos, Blocos e Matacões
-  Vegetação
-  Escala humana (h: 1,10m)



**Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIEF**  
**Núcleo de Espeleologia VALE**

PROJETO BRUCUTU

BRU\_09

ÁREA: QUEBRADA DE CANGA














EXECUTADO POR:		DATA:	
Felipe A. C. Borges, Luis H. S. Almeida		23/08/2012	
RESP. EQUIPE:		DESENHO:	
Rafael Camargo		Rafael Camargo	
RESP. TOPOGRAFIA:		ANEXO	
Rafael Camargo			

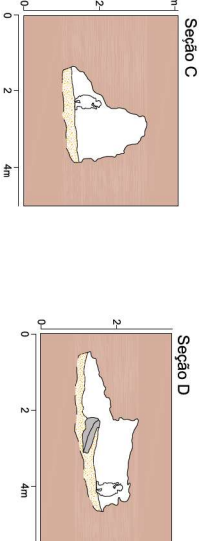
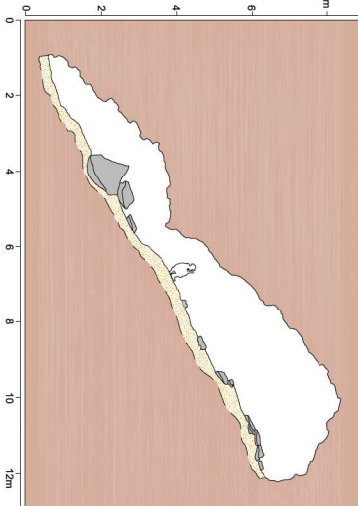
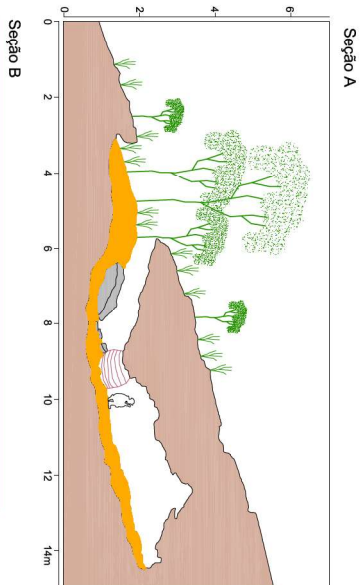
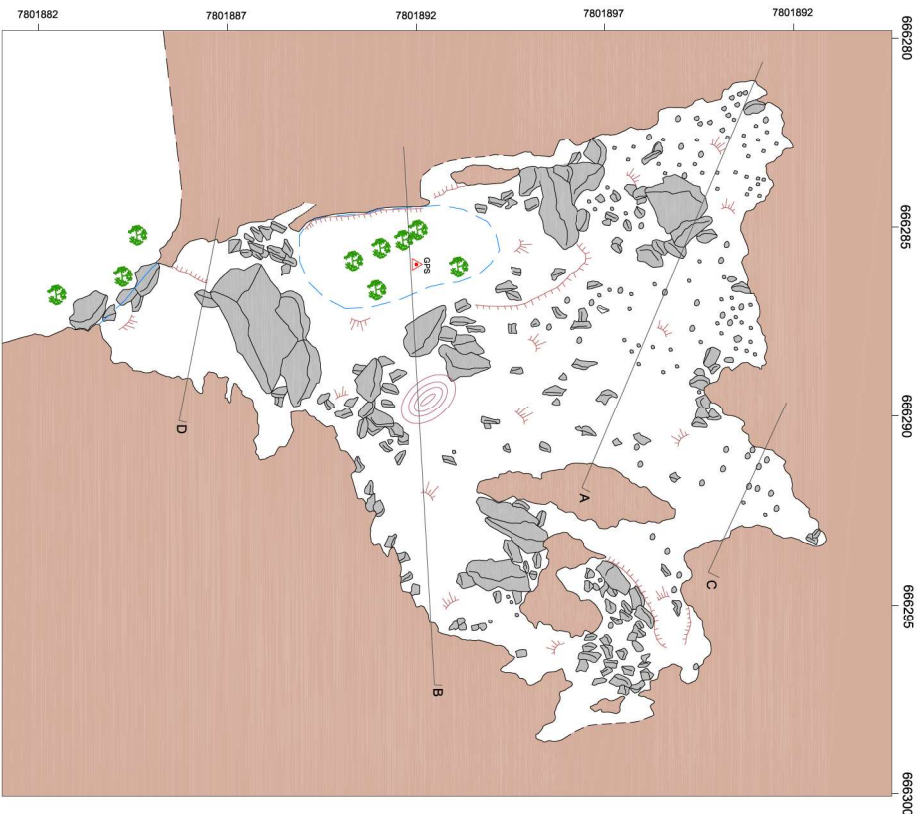


UTM: 666286E / 7801892N / 943Z  
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S  
 Classificação BCRA: 5D  
 PH: 24,8 m ( Descontinuidade )  
 Área: 167,9 m<sup>2</sup> - Volume aprox: 183 m<sup>3</sup>  
 Desnível: 10,7 m



**LEGENDA**

-  Canga
-  Sedimento arenoso/Argiloso
-  Projeção linha d'água
-  Parede interna
-  Contorno Inferio
-  Desnível abrupto
-  Desnível suave
-  Seixos, Calhaus e Matações
-  Vegetação
-  Posicionamento geográfico
-  Cupinzeiro
-  Indicação do sentido do Perfil
-  Escala humana (h: 1, 10m)



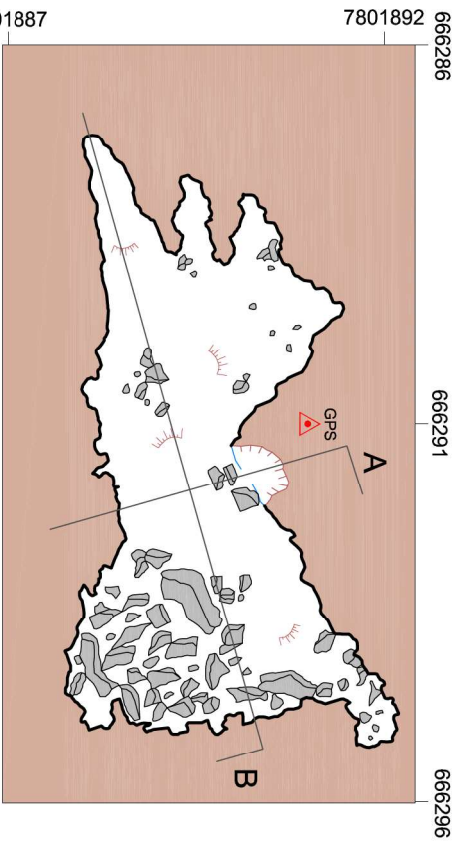
**Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIEF**  
**Núcleo de Espeleologia VALE**

PROJETO BRUCUTU

BRU\_0010

ÁREA: QUEBRA DE CANGA

EXECUTADO POR: Fernando Guimarães Felipe A.C. Borges	DATA: 24/08/2012	ESCALA: 1:100	ANEXO
RESP. EQUIPE: Ratael Camargo	DESENHO: Ratael Camargo	RESP. TOPOGRAFIA: Ratael Camargo	



UTM: 666291E / 7801891N / 946Z  
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S  
 Classificação BCRA: 5D  
 PH: 13,1 m (Descontinuidade)  
 Área: 18,6 m<sup>2</sup> Volume aproximado: 8 m<sup>3</sup>  
 Desnível: 2,0 m

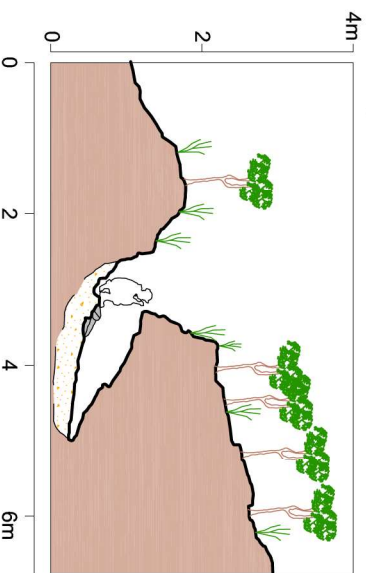


**LEGENDA**

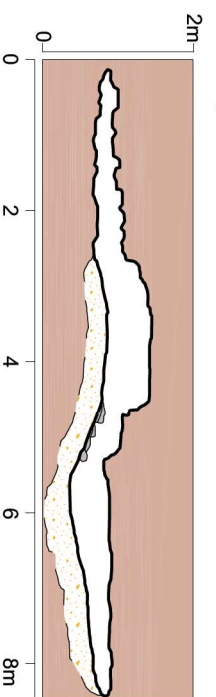
- Sedimento arenoso/Argiloso
- Canga
- Projeção linha d'água
- Projeção teto baixo
- Contorno inferido
- Desnível abrupto
- Desnível leve
- Seixos, Calhaus e Matações
- Vegetação
- Indicação do sentido do Perfil
- GPS
- Posicionamento geográfico
- Escala humana (1: 1,10m)



**Seção A**



**Seção B**



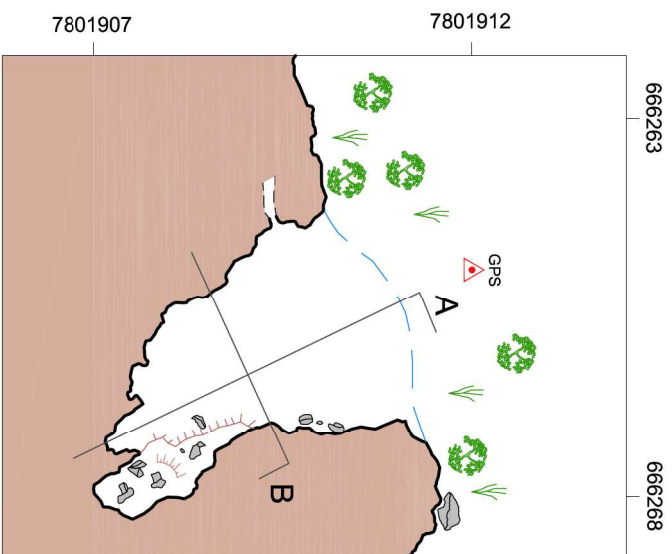
**Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIEF**  
**Núcleo de Espeleologia VALE**

PROJETO BRUCUTU

BRU\_0011

ÁREA: QUEBRADA DE CANGA

EXECUTADO POR: Fellipe A. C. Borges, Lúia H.S. Almeida Fernando A. Guimarães		DATA: 23/08/2012	ESCALA: 1:100	ANEXO
RESP. EQUIPE: <b>Rafael Camargo</b>		DESENHO: Rafael Camargo	RESP. TOPOGRÁFICA: Rafael Camargo	



UTM: 666265E / 7801912N / 923Z  
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S  
 Classificação BCRA: 5D  
 PH: 5,1 m (Descontinuidade)  
 Área: 9,2 m<sup>2</sup> Volume aproximado: 7 m<sup>3</sup>  
 Desnível: 0,2 m

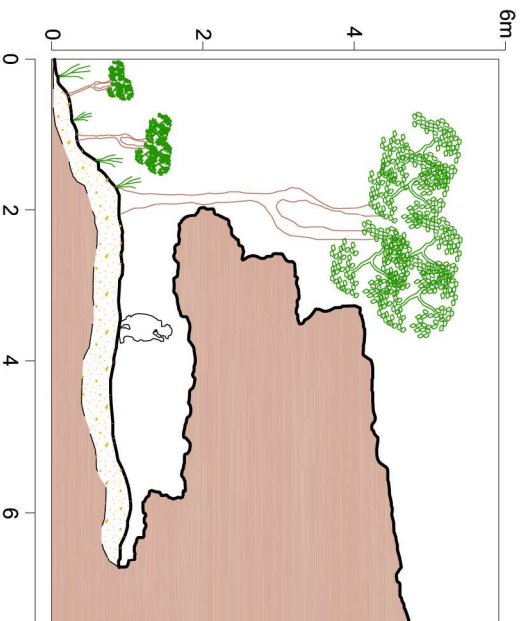


### LEGENDA

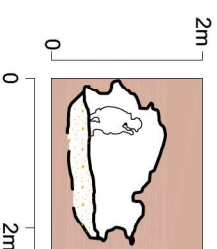
- Sedimento arenoso/Argiloso
- Canga
- Projeção linha d'água
- Parede interna
- Contorno inferido
- Desnível abrupto
- Desnível leve
- Seixos, Calhaus e Matações
- Vegetação
- Indicação do sentido do Perfil
- Posicionamento geográfico
- Escala humana (h: 1,10m)



### Seção A



### Seção B



**Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIEF**  
**Núcleo de Espeleologia VALE**

PROJETO BRUCUTU

BRU\_0012

ÁREA: QUEBRADA DE CANGA










EXECUTADO POR: Felipe A. C. Borges, Lúcia S. Almeida Fernando A. Guimarães	DATA: 23/08/2012	ESCALA: 1:100	RESP. TOPOGRÁFICA: Rafael Camargo	ANEXO
RESP. EQUIPE: Rafael Camargo	DESENHO: Rafael Camargo			




UTM: 669554E / 7804258N / 984Z  
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S  
 Classificação BCRA: 5D  
 PH: 13m (Descontinuidade)  
 Área: 8,6 m<sup>2</sup> Volume aproximado: 35 m<sup>3</sup>  
 Desnível: 5,1 m



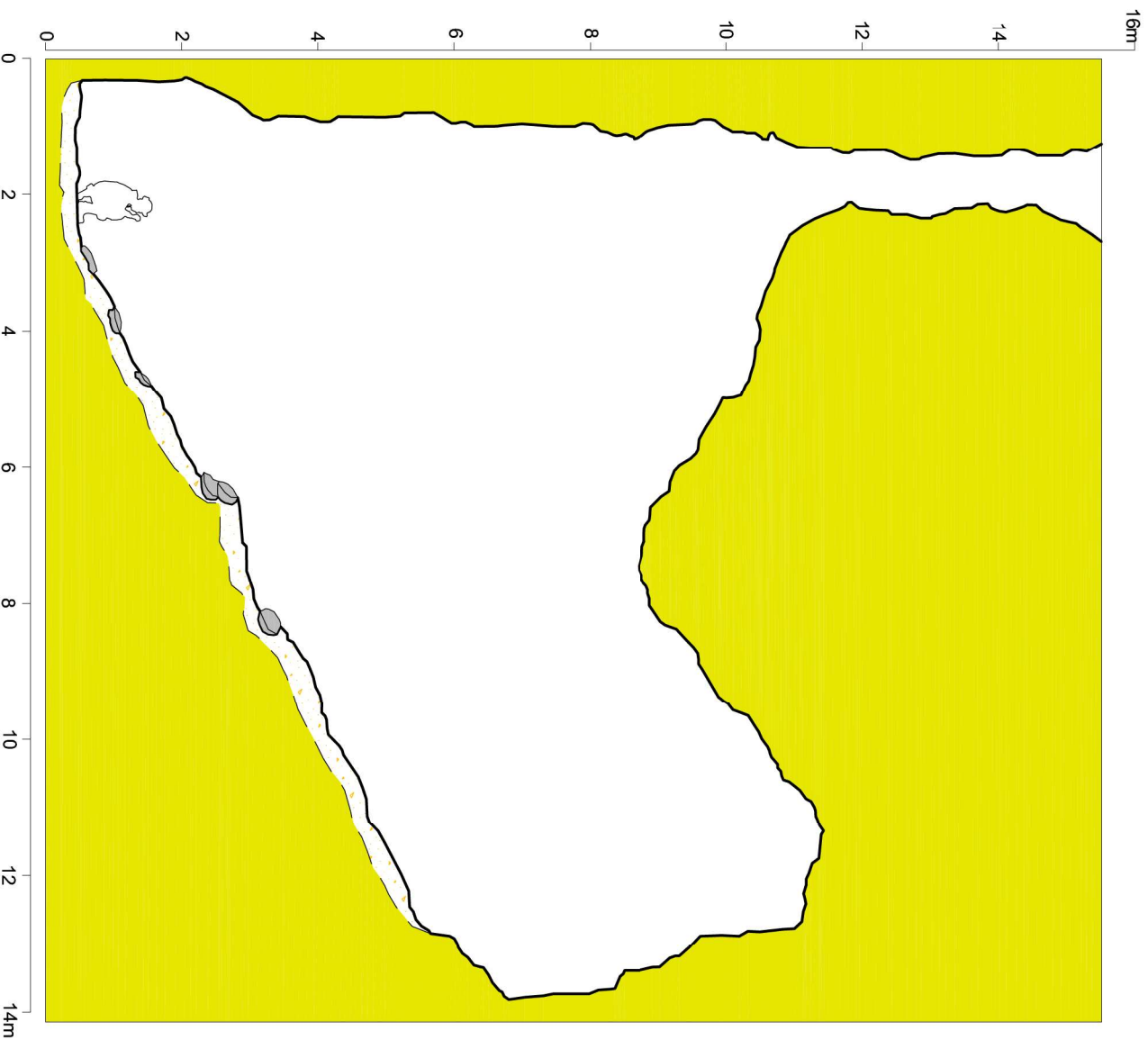
## LEGENDA

-  Quartzo
-  Projeção linha d'água
-  Parede interna
-  Contorno inferido
-  Desnível abrupto
-  Desnível leve
-  Seixos, Calhaus e Matacões
-  Indicação do sentido do Perfil
-  Posicionamento geográfico

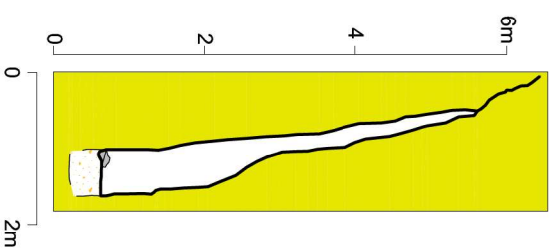


		Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIEF	
		Núcleo de Espeleologia VALE	
PROJETO BRUCUTU			
BRU_0014		ÁREA: QUEBRA DE GANGA	
EXECUTADO POR:	DATA:	ESCALA:	ANEXO
Felipe A. C. Borges	29/08/2012	1:100	
RESP. EQUIPE:	DISENHO:	RESP. TOPOGRAFIA:	
Rafael Camargo	Rafael Camargo	Rafael Camargo	

## Seção A









## Seção B



UTM: 669554E / 7804258N / 984Z  
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S  
 Classificação BCRA: 5D  
 PH: 13m (Descontinuidade)  
 Área: 8,6 m<sup>2</sup> Volume aproximado: 35 m<sup>3</sup>  
 Desnível: 5,1 m

### LEGENDA

-  Quartzito
-  Sedimento arenoso/Argiloso
-  Parede interna
-  Contorno inferior
-  Seixos, Calhaus e Matações
-  Escala humana (h: 1,10m)



**Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIEF**  
**Núcleo de Espeleologia VALE**

PROJETO BRUCUTU

BRU\_0014









ÁREA: QUEBRÁ DE CANGA

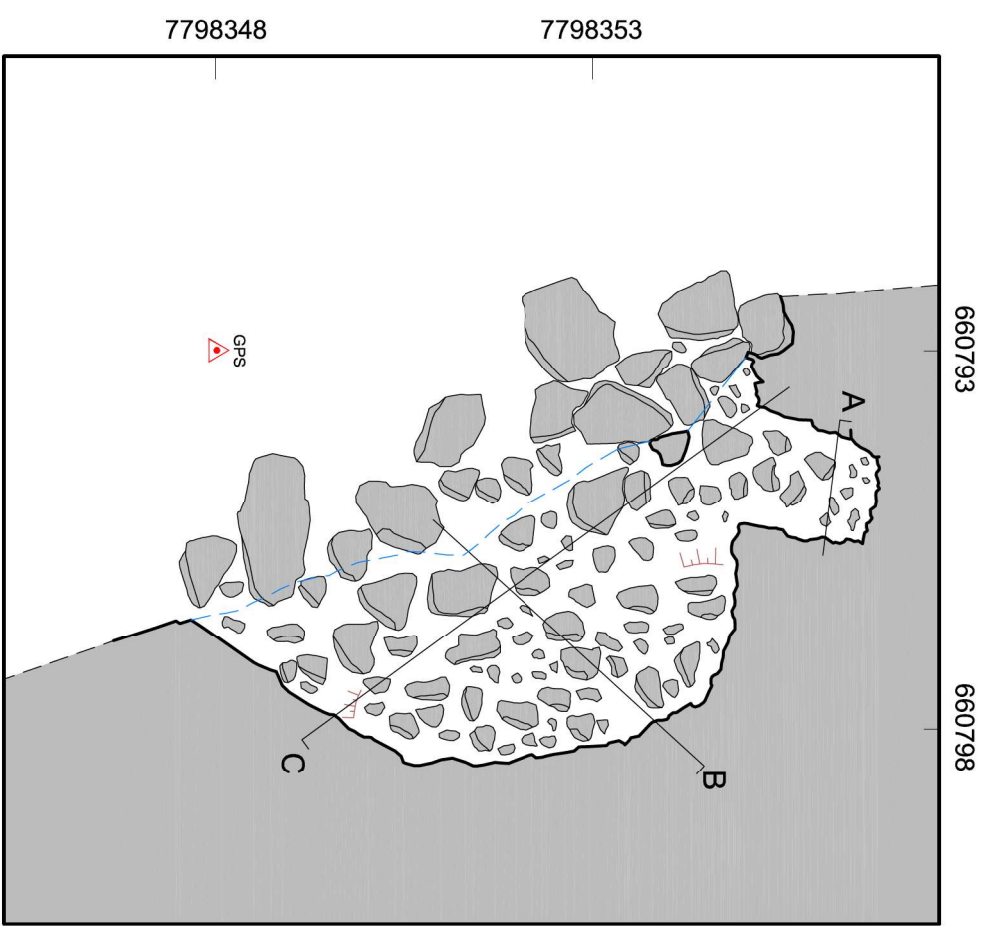
EXECUTADO POR:	DATA:	ESCALA:	RESP. TOPOGRÁFICA:	ANEXO
Felipe A. C. Borges	29/08/2012	1:100	Rafael Camargo	
RESP. EQUIPE:	DESENHO:			
Rafael Camargo	Rafael Camargo			



UTM: 660793E / 7798348N / 808Z  
Datum: SAD 69 - Zona: 23S  
Classificação BCRA: 5D  
PH: 6,1m  
Área: 21,5 m<sup>2</sup> - Volume aprox: 10 m<sup>3</sup>  
Desnível: 0,5 m

### LEGENDA

-  Itabrito
-  Projeção linha d'água
-  Parede interna
-  Contorno inferido
-  Desnível lave
-  Cascalhos, Blocos e Matações
-  Indicação do sentido do Perfil
-  Posicionamento geográfico



**Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIEF**  
**Núcleo de Espeleologia VALE**

PROJETO BRUCUTU

BRU\_0019









ÁREA: Linha de Transmissão

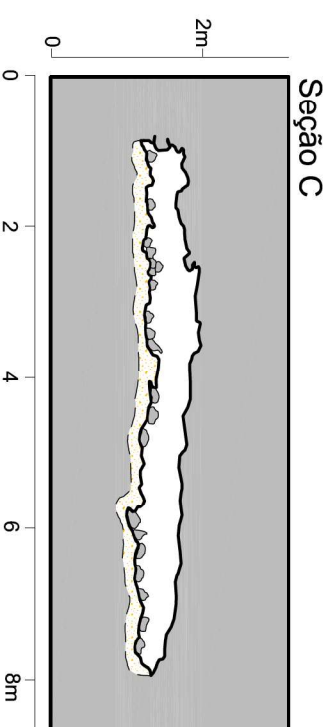
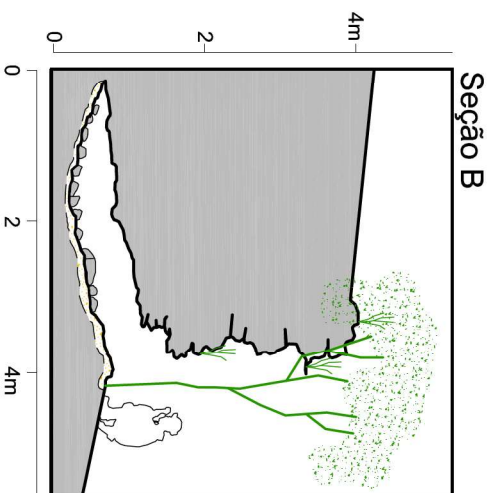
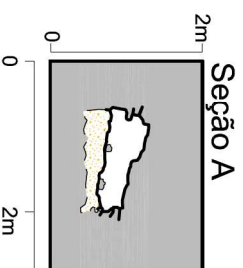
EXECUTADO POR:	Wellington Silva	DATA:	26/09/2012	ESCALA:	1:100	ANEXO	
RESP. EQUIPE:	Thiago Lima	DESENHO:	Thiago Lima	RESP. TOPOGRÁFICA:	Thiago Lima		

UTM: 660793E / 7798348N / 808Z  
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S  
 Classificação BCRA: 5D  
 PH: 6,1m  
 Área: 21,5 m<sup>2</sup> - Volume aprox: 10 m<sup>3</sup>  
 Desnível: 0,5 m



**LEGENDA**

-  Sedimento arenoso/Argiloso
-  Itabirito
-  Parede interna
-  Contorno inferior
-  Cascalhos, Blocos e Matacões
-  Vegetação
-  A Indicação do sentido do Perfil
-  Escala humana (h: 1,10m)



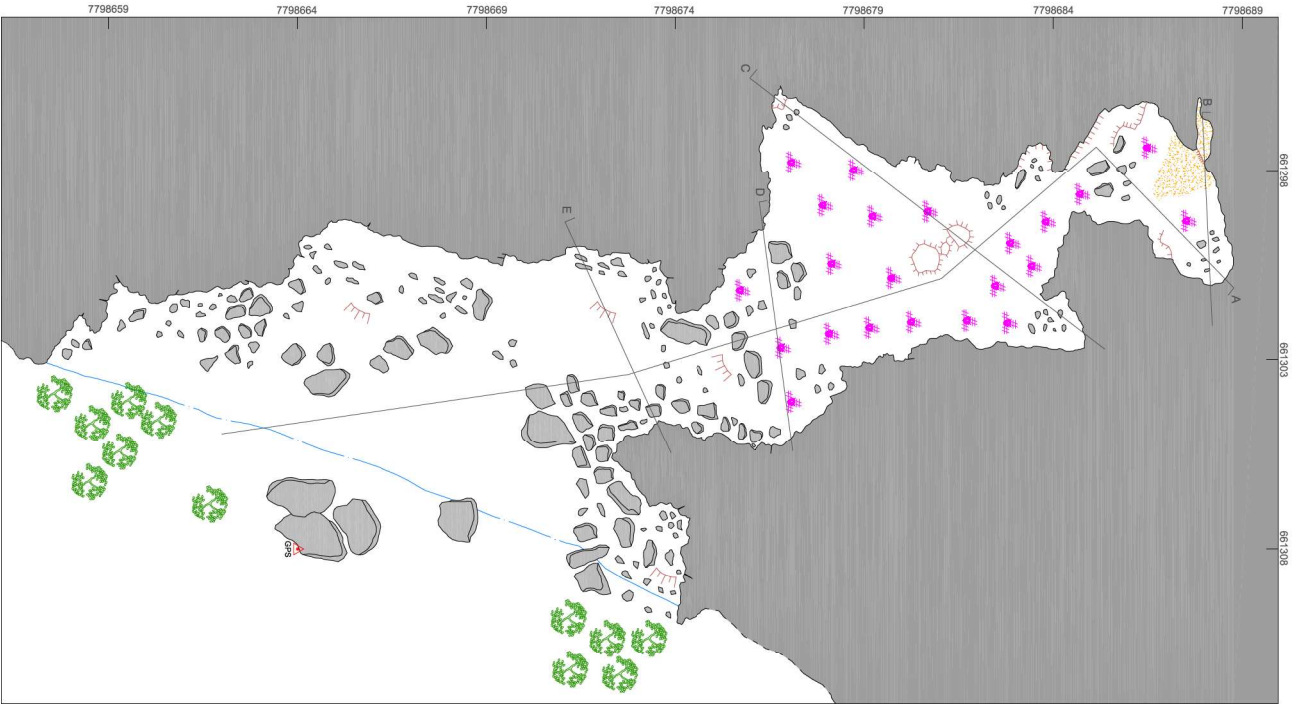
**Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIEF**  
**Núcleo de Espeleologia VALE**

PROJETO BRUCUTU

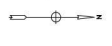
BRU\_0019

ÁREA: Linha de Transmissão

EXECUTADO POR:	DATA:	ESCALA:	ANEXO
Wellington Silva	26/09/2012	1:100	
RESP. EQUIPE:	DENUNHO:	RESP. TOPOGRAFIA:	
Thiago Lima	Thiago Lima	Thiago Lima	

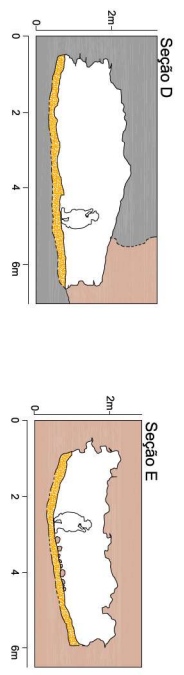
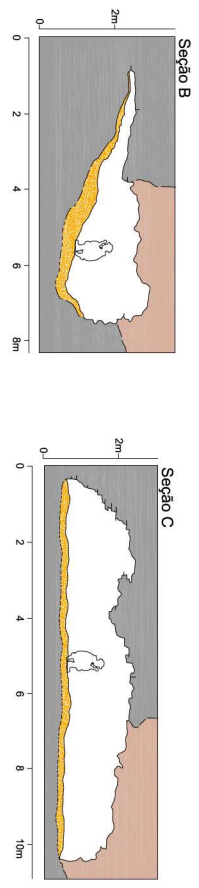
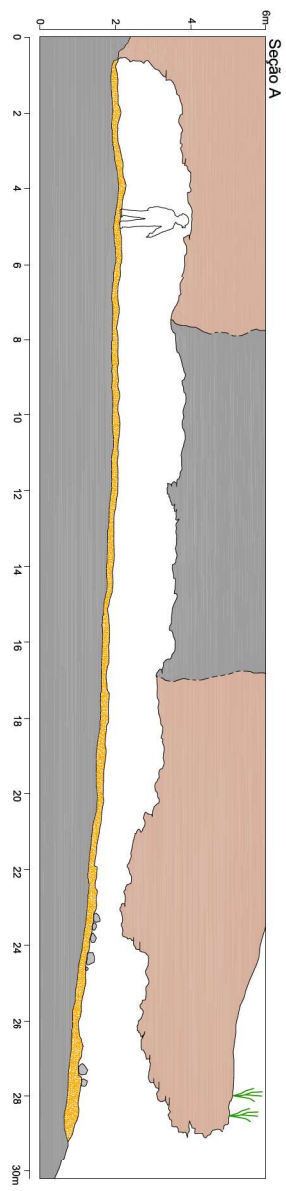


UTM: 667308E / 7798654N / 860m  
 Datum: SAD 69 - Zona 23S  
 Proj: UTM  
 Escala: BOM 50  
 Área: 156,4 m² - Volume aproximado 207 m³  
 Desnível: 2,1 m



**LEGENDA**

- Sedimento Amarelo
- Manto de Ferro
- Canga
- Polifolia lha d'água
- Parede lítica
- Contorno lítico
- Desnível abrupto
- Desnível Suave
- Matadão, calhaus e seixos
- Vegetação
- Guano
- Indicação do sentido do Perfil
- Perfilamento geográfico
- Escala humana (H: 1,10m)
- Escala humana (H: 1,75m)



		<b>Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIF</b>	
Núcleo de Espeleologia VALE		PRDQDZT	
PRODUTO BRUCOBU		BRUCOBU	
COORDENADOR	ANDRÉ LUIZ DE TRAMANDA	ESCALA:	1:100
ELABORADOR	THIAGO LIMA	PROJ. CONCEPÇÃO:	THIAGO LIMA
REVISOR	THIAGO LIMA	PROJ. EXECUÇÃO:	ANDRÉ

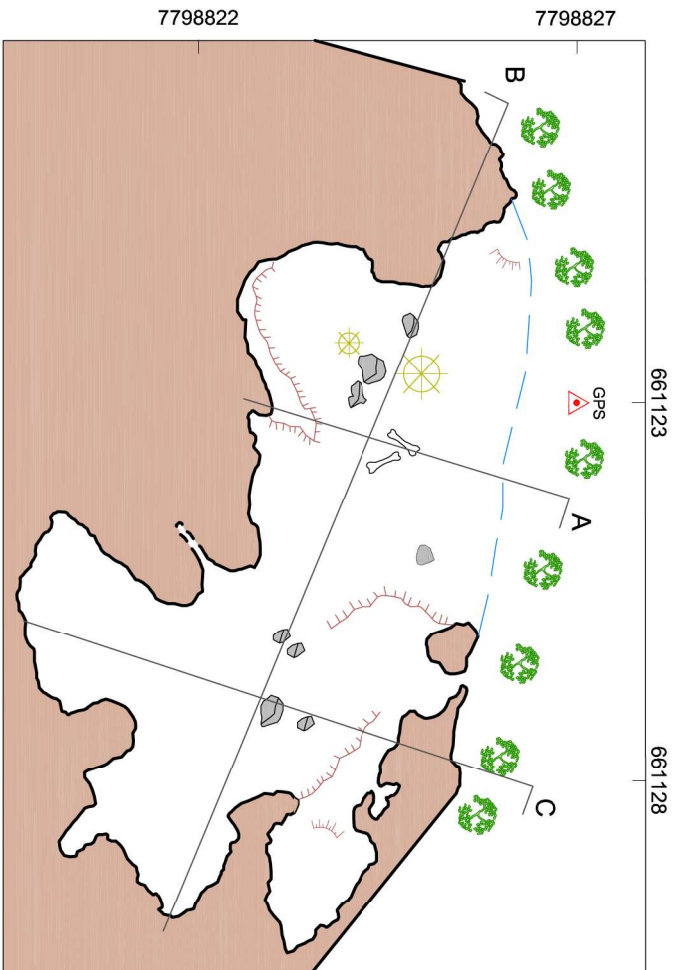


UTM: 661123E / 7798827N / 913Z  
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S  
 Classificação BCRA: 5D  
 PH: 12,4 m  
 Área: 33,9 m<sup>2</sup> Volume aproximado: 47 m<sup>3</sup>  
 Desnível: -1,3 m



**LEGENDA**

- Sedimento arenoso/Argiloso
- Canga
- Lixo
- Osso
- Projeção linha d'água
- Parede interna
- Contorno inferido
- Desnível abrupto
- Desnível leve
- Cascalhos, Blocos e Matacões
- Vegetação
- A | Indicação do sentido do Perfil
- GPS | Posicionamento geográfico



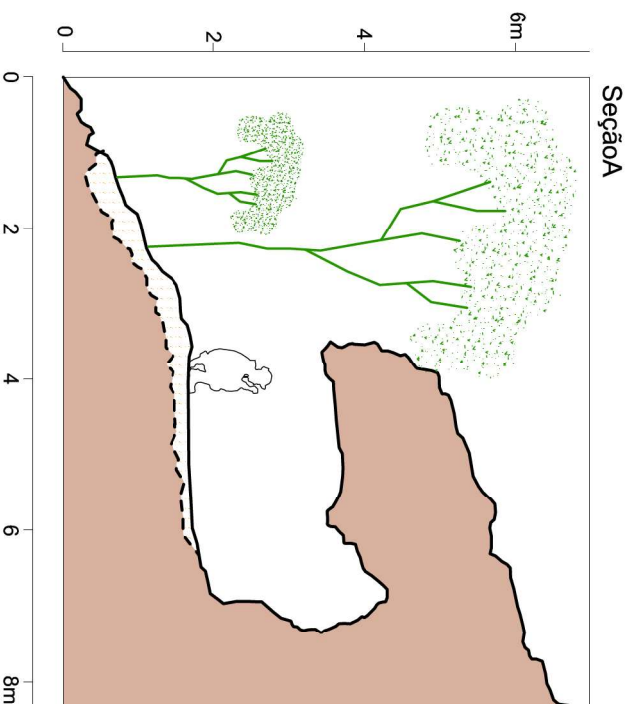
**Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIEF**  
**Núcleo de Espeleologia VALE**

PROJETO BRUCUTU

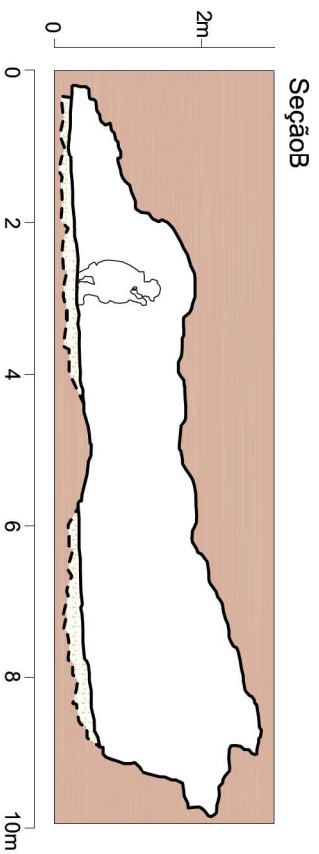
BRU\_0022

ÁREA: Linha de Transmissão

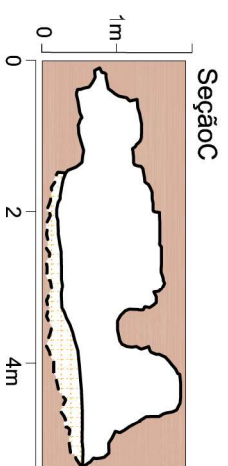
DESENVOLVIDOR POR:	DATA:	ESCALA:	RESP. TOPOGRAFIA:	ANEXO
Joel Varela	26/09/2012	1:100	Rafael Camargo	
RESP. EQUIPE:	DESENHO:			
Rafael Camargo	Rafael Camargo			



Seção A









Seção B



Seção C

UTM: 661123E / 7798827N / 913Z  
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S  
 Classificação BCRA: 5D  
 PH: 12,4 m  
 Área: 33,9 m Volume aproximado: 47 m³  
 Desnível: 1,3 m

**LEGENDA**

-  Sedimento arenoso/Argiloso
-  Canga
-  Vegetação
-  Escala humana (h: 1,10m)
-  Parede interna
-  Contorno Interido



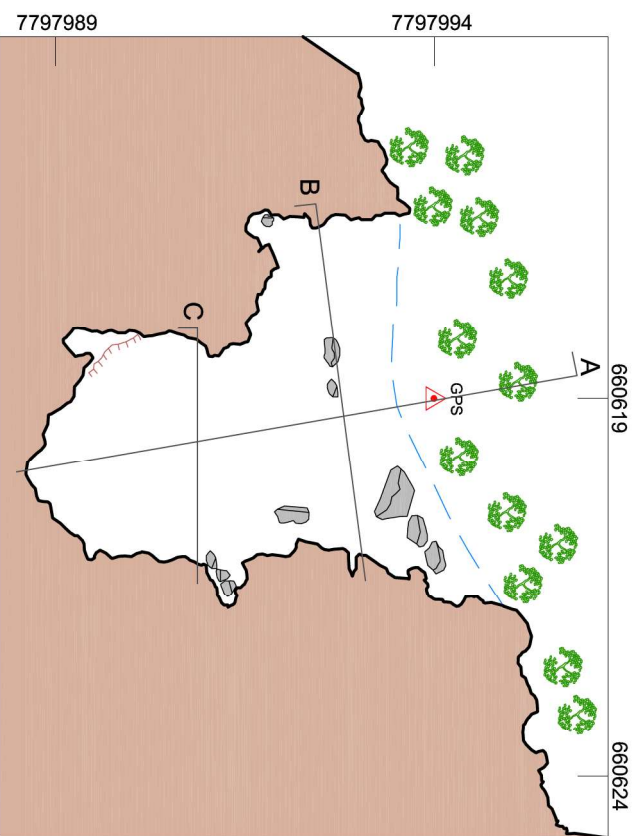
**Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIEF**  
**Núcleo de Espeleologia VALE**

PROJETO BRUCUTU

BRU\_0022

ÁREA: Linha de Transmissão

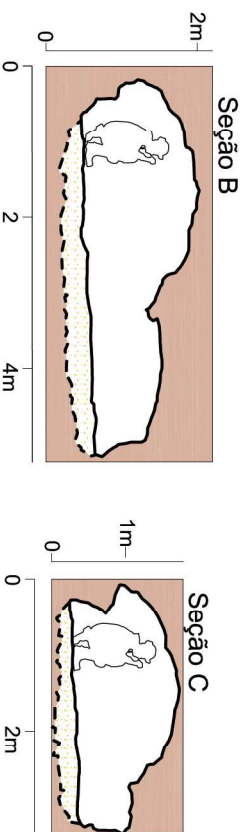
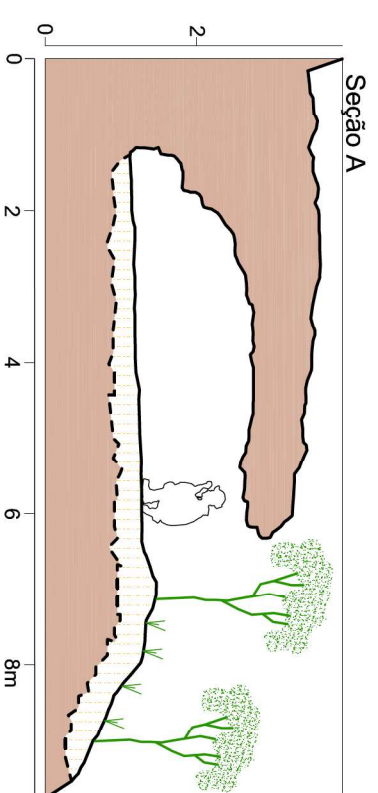
EXECUTADO POR:	DATA:	ESCALA:	RESP. TOPOGRAFIA:
Joel Varela	26/09/2012	1:100	Rafael Camargo
RESP. EQUIPE:	DESENHO:	RESP. TOPOGRAFIA:	ANEXO
Rafael Camargo	Rafael Camargo	Rafael Camargo	



UTM: 660619E / 779794N / 956Z  
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S  
 Classificação BCRA: 5D  
 Área: 17,5 m<sup>2</sup>  
 PH: 5,6 m      Volume aproximado: 20 m<sup>3</sup>  
 Desnível: 0 m

**LEGENDA**

- Sedimento arenoso/Argiloso
- Canga
- Projeção linha d'água
- Parede interna
- Contorno interno
- Desnível abrupto
- Cascalhos, Blocos e Matações
- Vegetação
- A Indicação do sentido do Perfil
- GPS Posicionamento geográfico
- Escala humana (n: 1,10m)



**Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIEF**  
**Núcleo de Espeleologia VALE**

PROJETO BRUCUTU

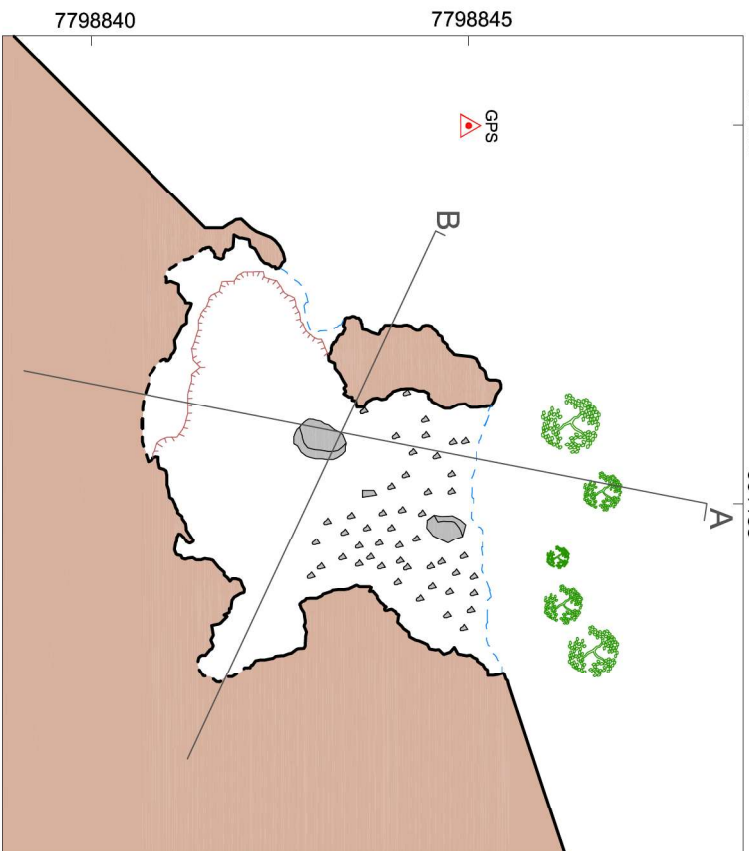
BRU\_0023

ÁREA: Linha de transmissão

EXECUTADO POR:	DATA:	ESCALA:	RESP. TOPOGRÁFICA:
Joel Varela	26/09/2012	1:100	Rafael Camargo
RESP. EQUIPE:	DESENHO:		ANEXO
Rafael Camargo	Rafael Camargo		

661183













661188



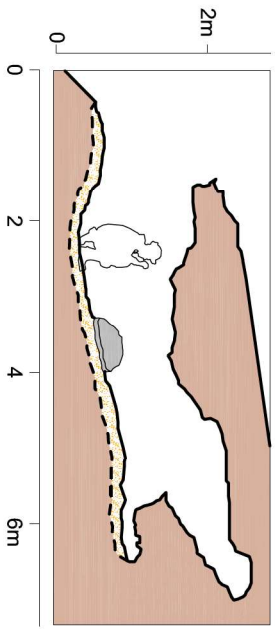
UTM: 661183E / 7798845N / 661Z  
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S  
 Classificação BCRA:5D  
 PH: 5,4 m  
 Área: 16 m<sup>2</sup>      Volume aproximado: 28 m<sup>3</sup>  
 Desnível: 0,4 m



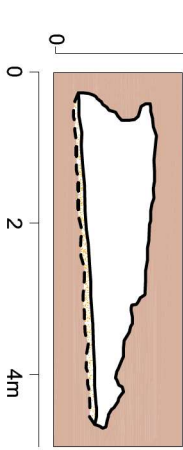
### LEGENDA

-  Canga
-  Sedimento arenoso/Argiloso
-  Projeção linha d'água
-  Parede interna
-  Contorno Inferido
-  Desnível abrupto
-  Cascalhos, Blocos e Matacões
-  Vegetação
-  Indicação do sentido do Perfil
-  GPS
-  Posicionamento geográfico
-  Escala humana (h: 1,10m)

### Seção A



### Seção B



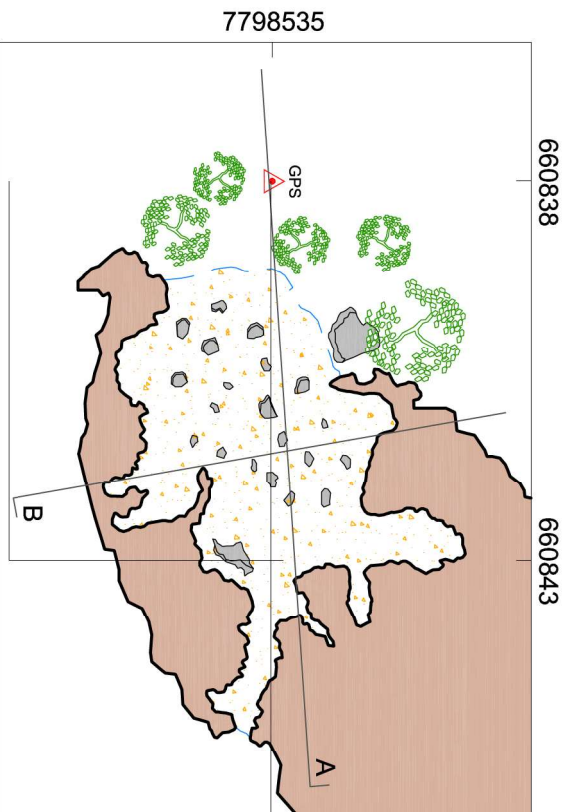
**Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIPF**  
**Núcleo de Espeleologia VALE**

PROJETO BRUCUTU

BRU\_0025

ÁREA: Linha de Transmissão









EXECUTADO POR:	DATA:	ESCALA:	RESP. TOPOGRAFIA:	ANEXO
Pedro Nascimento	25/09/2012	1:100	Alexandre L. Pontalti	
RESP. EQUIPE:	DESENHO:			
Alexandre L. Pontalti	Alexandre L. Pontalti		Alexandre L. Pontalti	



UTM: 660838E / 7798535N / 923Z  
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S  
 Classificação BCRA: 5D  
 PH: 6,1 m  
 Área: 12,7 m<sup>2</sup> Volume aproximado: 11 m<sup>3</sup>  
 Desnível: 0,4 m

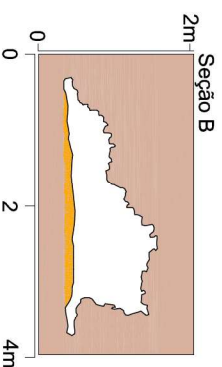
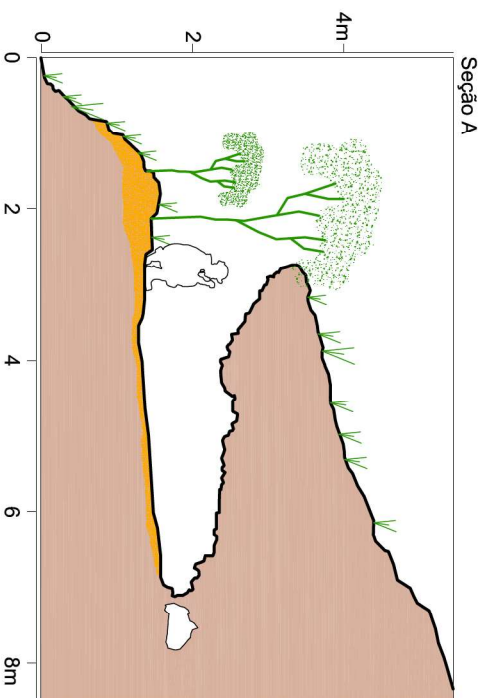


**LEGENDA**

-  Sedimento arenoso/Argiloso
-  Canga
-  Projecção linha d'água
-  Parede interna
-  Cascalhos, Blocos e Matações
-  Vegetação
-  A Indicação do sentido do Perfil
-  GPS Posicionamento geográfico



Escala humana (h: 1,10m)

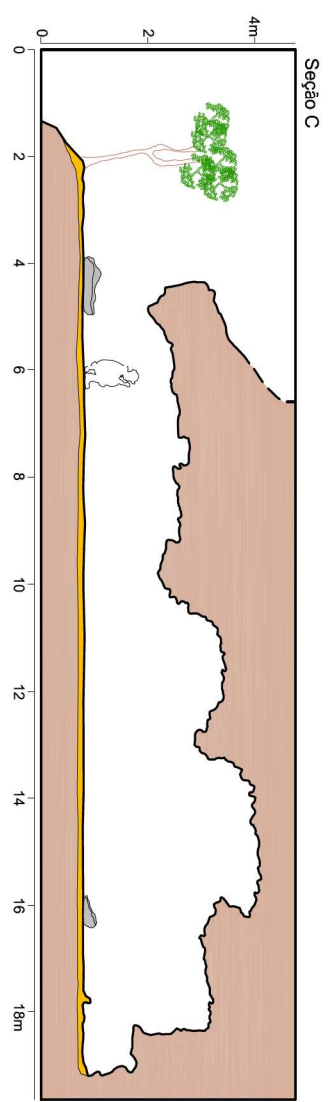
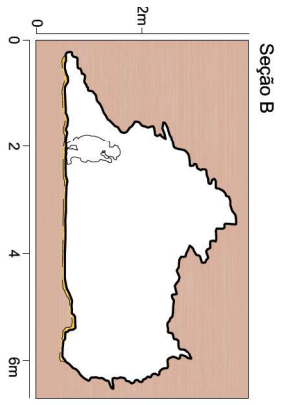
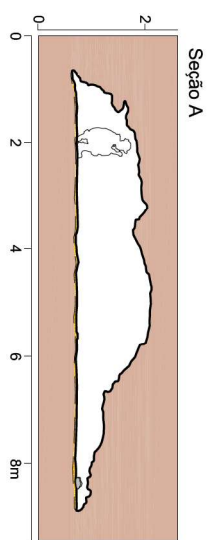
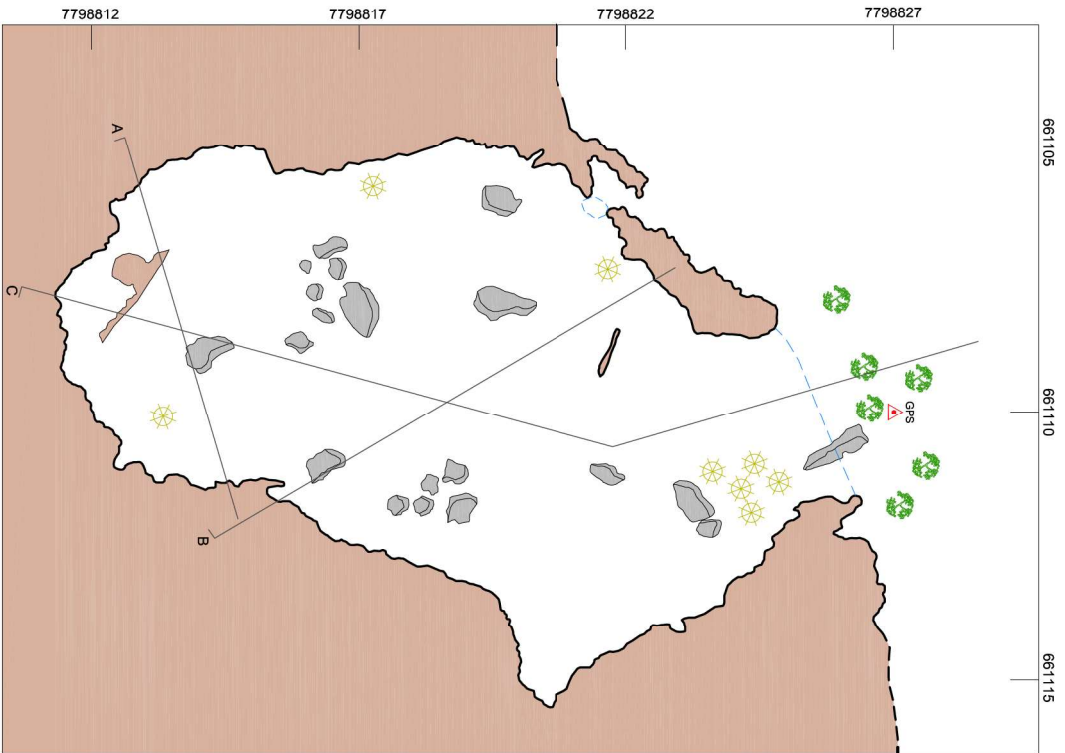


**Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIEF**  
**Núcleo de Espeleologia VALE**

PROJETO BRUCUTU

ÁREA: Linha de Transmissão  
 BRU-0028

EXECUTADO POR:	DATA:	ESCALA:	ANEXO
RESP. EQUIPE:	DESENHO:	RESP. TOPOGRAFIA:	
Alexandre Lino Pontali	25/09/2012	Alexandre Lino Pontali	ANEXO

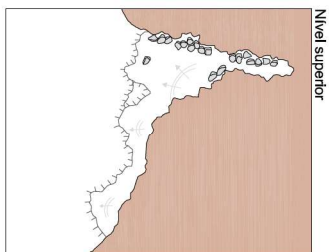
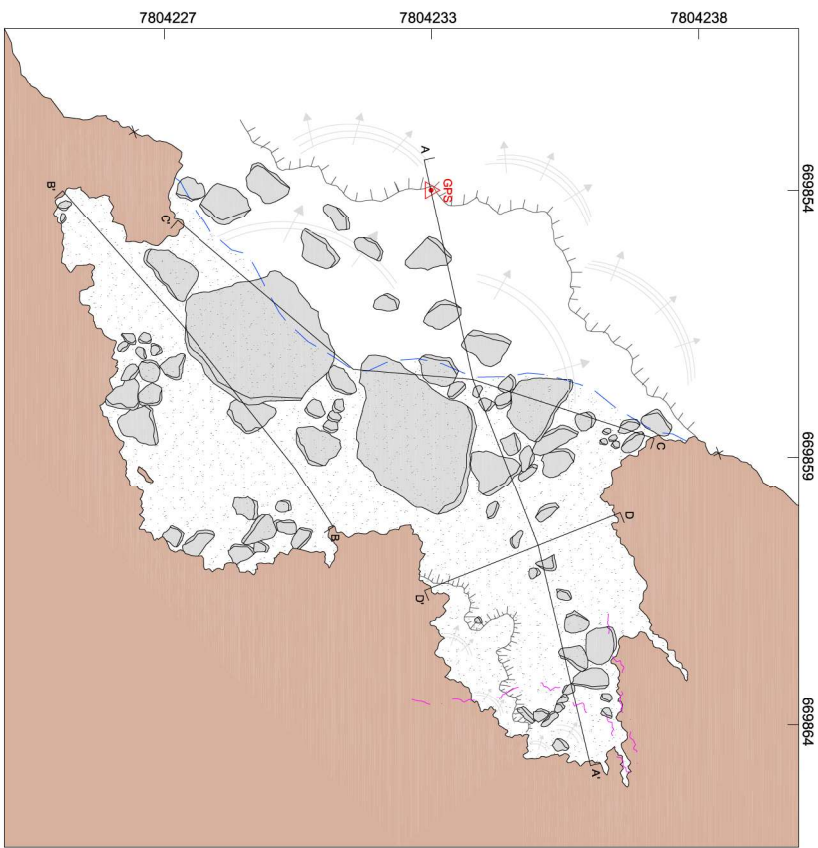


UTM: 661110E / 7798827N / 912Z  
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S  
 Classificação BCRA: 5D  
 PH: 14,1 m  
 Área: 91,3 m<sup>2</sup> - Volume aproximado: 149 m<sup>3</sup>  
 Desnível: 0 m

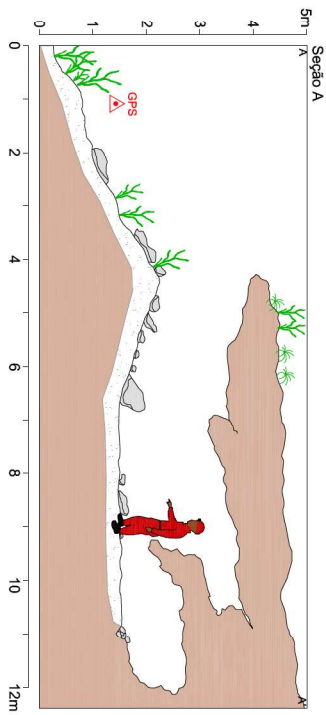
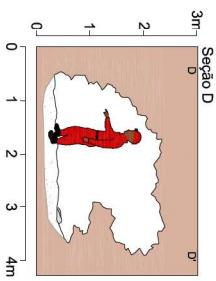
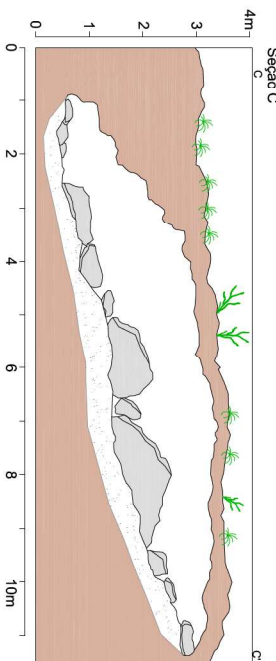
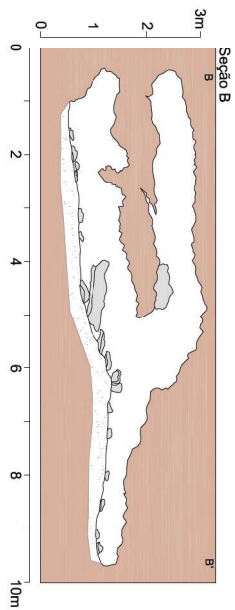
**LEGENDA**

- Canga
- Sedimento arenoso/Argiloso
- Indicação do sentido do Perfil
- Vegetação
- Projeção linha d'água
- Parede Interna
- Projeção teto baixo
- Contorno Inferior
- Matações, calhaus e seixos
- Lixo
- Posicionamento geográfico
- Escala humana (h: 1,10m)

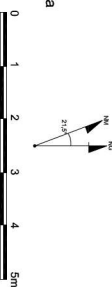
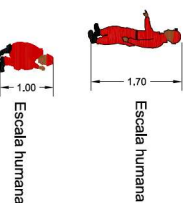
		<b>Diretoria de Projetos de Ferrosos - DIEF</b> <b>Núcleo de Espeleologia VALE</b>	
		PROJETO BRUCUTU BRU_0032	
ATERM. Linha de Transmissão	ESCALA: 1:100	Autor:	Aterro:
Fernando Guimarães 29/09/2012	Alexandre Pontelli	Alexandre Pontelli	Alexandre Pontelli



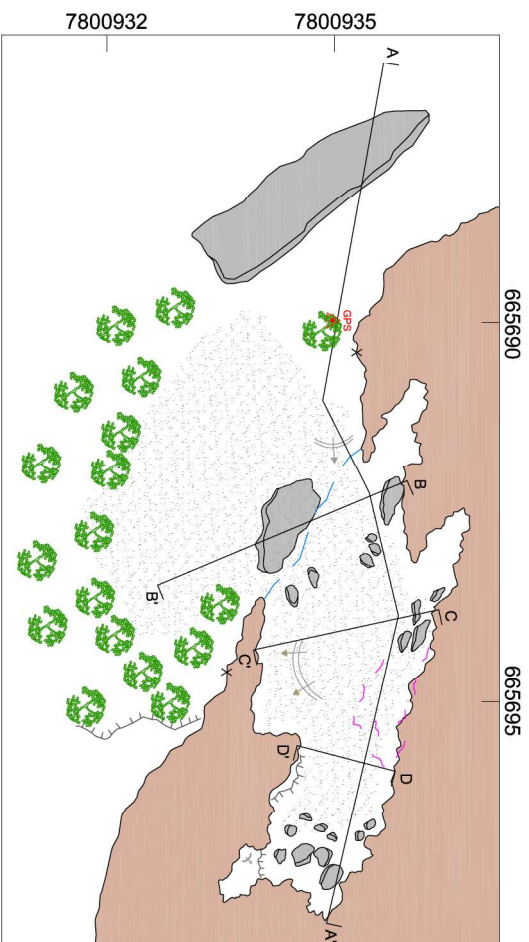
UTM: 669854E / 7804233N / 997 m  
 Datum: SAD 69 - Zona: 23S  
 Classificação BCRA: 5D  
 PH: 14,81 m  
 Área: 53,54 m<sup>2</sup>  
 Volume aproximado: 76,29 m<sup>3</sup>  
 Desnível: 0,7 m



- Canga
- Sedimento arenoso/argiloso
- GPS entrada
- Indicação do sentido da seção
- Blocos e matacões
- Vegetação
- Parede interna
- Parede externa
- Linha d'água
- Desnível abrupto
- Curva de nível
- Patamar/Desnível suave
- Nível superior



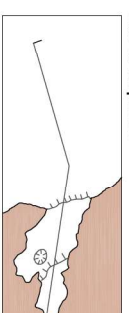
		Diretoria de Planejamento de Ferramentas - DIPP Núcleo de Espeleologia VALE			
PROJETO: RELEVÂNCIA BRUCULTU		Cavidade BRU_34		ÁREA: BAÍA DO COCÓIS	
RESERVA TÉCNICA: MARCEL AL LEMOS RESERVA TOPOGRÁFICA: AMANDA DE TRINDADE ALBUQUERQUE	CROQUISTA/MACRO B. ANDRÉ ANOTADOR/FONTECA/F. TAVANA INSTRUMENTAÇÃO/MACRO B. ANDRÉ AMANDA DE TRINDADE ALBUQUERQUE	ESCALA: 1:100	DESENHADOR: RAUL L. SOARES	DATA: 09/09/2019	FOLHA: 43



665690

665695

Nível superior



UTM: 665690E / 7800935N / 788 m

Datum: SAD 69 - Zona: 23S

Classificação BCRA: 5D

PH: 14,69 m

Área: 10,44 m<sup>2</sup>

Volume aproximado: 4,80 m<sup>3</sup>

Desnível: 0,7 m

GPS  
GPS entrada

A | Indicação do sentido da seção

Canga

Sedimento

Blocos e matações

Vegetação

Parede interna

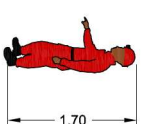
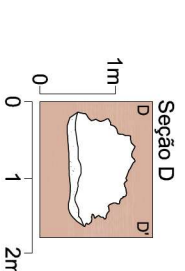
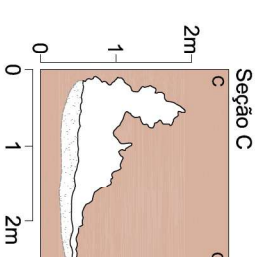
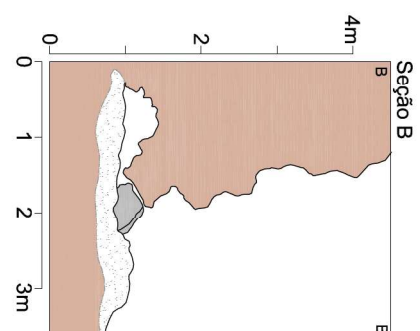
Parede externa

Linha d'água

Desnível abrupto

Curva de nível

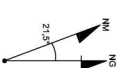
Nível superior



Escala humana



Escala humana



PROJETO: RELEVANCIA BRUCUTU

Diretoria de Planejamento de Ferrosos - DIPF  
Núcleo de Espeleologia VALE



Cavidade BRU\_35

ÁREA: BARÃO DE COCAIS

RESP. TÉCNICO:  
MAGIEL, M. LEANDRO  
RESP. TOPOGRÁFICA:  
MACHADO, B. ANDRÉ

COORDINISTA: MACHADO, B. ANDRÉ  
ANOTADOR: FONCECA, P. F. TATIANA  
INSTRUMENTISTA: MACHADO, B. ANDRÉ  
PONTA DE TREM: FÁBIO, M. LUCAS

ESCALA: 1:100  
DESENHO:  
SALES, L. SÉRGIO

DATA: 26/06/12  
FOLHA  
M4